Arbeiten

der

Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Herausgegeben vom Vorstande.

Heft 143.

Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden?



Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1908.

Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden?

Nach Untersuchungen der Herzogl. Anhaltischen Landwirtschaftlichen Versuchsstation Bernburg

im Auftrage

der Dünger-Abteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

bearbeitet von

Professor Dr. **H. Wilfarth** (†), Professor Dr. **W. Krüger**, Dr. **H. Roemer**,
Dr. **G. Wimmer**, **G. Geisthoff**, **O. Ringleben**,
Dr. **J. Storck**.

Berichterstatter: Dr. **G. Wimmer**.



Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.

1908.

Juni 1908.

Inhaltsverzeichnis.

Druckfehlerberichtigung.

Es ist zu lesen:

Auf Seite 49, Zeile 5 von oben: „von 14 auf 20%“ statt „von 17 auf 20%“
„ „ 89, „ 11 „ „ „ist“ statt „sind“
„ „ 126, „ 24 „ „ „um 84%“ statt „um 16%“
„ „ 144, „ 16 „ „ „A 8“ statt „A 8 n“
„ „ 158, „ 10 „ „ „Schwefelkohlenstoff“ statt „Schwefelstoffkohlen“.

I. Einleitung.

Für jeden praktischen Landwirt ist der Düngungsversuch ein unentbehrliches Hülfsmittel zur Hebung der gesamten Wirtschaft. Diese Erkenntnis dringt fortgesetzt in immer weitere Kreise, denn die Vorteile gut ausgeführter Düngungsversuche liegen zu sehr auf der Hand, als daß sie von einem denkenden und rechnenden Landwirte übersehen werden könnten. Bekannt sind die Bestrebungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, diese Erkenntnis unter den Landwirten zu verbreiten. Und doch, wenn wir die schier unendliche Zahl der praktischen Düngungsversuche, über welche uns die Literatur berichtet, einmal sichten, wenn wir einmal versuchen würden, hiernach allgemein gültige Grundsätze für die Düngung aufzustellen, so würden wir dieses Vorhaben bald als aussichtslos aufgeben müssen. Man wird hier einwenden, daß sich allgemein gültige Düngungsgrundsätze überhaupt nicht aufstellen lassen. Doch dieser Einwurf ist nur bedingt richtig. Gewiß sind die leitenden Grundsätze, nach welchen der praktische Landwirt düngen muß, stets verschieden, je nach der Lage und Beschaffenheit des Bodens, je nach dem Klima, der Fruchtfolge und der ganzen Bewirtschaftungsart. Doch kann der Landwirt durch Düngungsversuche auch nur für seinen eigenen Acker bestimmte Regeln, nach denen er stets zu düngen hat, aufstellen? Solange sämtliche Vorbedingungen annähernd dieselben sind, läßt sich auch einigermaßen sicher nach solchen Regeln verfahren; bei jeder Störung des hergestellten Gleichgewichtes aber, wie sie besonders durch die wechselnde Witterung, aber auch aus anderen Gründen eintreten kann, versagen derartige Regeln mehr oder weniger, wie jeder, der solche Versuche anstellt, aus eigener Erfahrung weiß.

Über allen diesen aus Düngungsversuchen gefundenen Erfahrungsgrundsätzen stehen aber unerschütterlich fest die allgemeinen Grundsätze der Pflanzenernährung und jene anderen Gesetze, nach welchen die Umsetzung der einzelnen Pflanzennährstoffe miteinander im Boden erfolgt.

Mögen gleichartige Düngungsversuche, wie es so häufig vorkommt, entgegengesetzte Ergebnisse liefern, sie beweisen nicht die entgegengesetzte Wirkung des betreffenden Düngemittels in verschiedenen Fällen, sondern sie deuten nur an, daß möglicherweise die Versuchsanstellung falsch war, so daß die erwartete günstige Wirkung des Düngemittels ausbleiben mußte, und daß somit die Deutung der Ergebnisse nicht in der richtigen Weise erfolgte. Jene vorher erwähnten allgemeinen Grundgesetze aber bleiben bestehen. Würden wir diese erkannt haben, würden wir wissen, welche Rolle einem jeden Nährstoff beim Aufbau der Pflanzen zufällt, würden wir erforscht haben, nach welchen Grundsätzen die chemische Umsetzung der Nährstoffe im Boden unter verschiedenen Bedingungen, besonders unter dem Einflusse von Wasser, Licht und Wärme, erfolgt, würden wir schließlich die Art der Veränderung erkannt haben, welche der

U. 161. 7000. 08.

Boden unter dem zerstörenden und aufbauenden Einfluß niederer Lebewesen erleidet, so würden jene angedeuteten Fehlschlüsse sicher unterbleiben, so würde sich auch eine falsche Versuchsanstellung oft vermeiden lassen.

Menschlicher Geist und menschliche Arbeit werden dieses Ziel ja nun wohl niemals vollständig erreichen; aber wir müssen fortgesetzt danach streben, dem Ziele näher zu kommen.

Die Erkennung eines jeden dieser Gesetze kann, richtig in die Praxis übertragen, dem Landwirt reichlichen Geldgewinn bringen; ja, es können durch die Erforschung solcher Gesetze der Praxis unter Umständen ganz neue Wege gewiesen werden. Wir erinnern nur an die Stickstoffernährung der Schmetterlingsblüter. Wohl war die Tatsache, daß nach dem Anbau von Hülsenfrüchten der Acker unter Umständen nach der Ernte sehr nährstoffreich zurückblieb, längst bekannt, die Praxis war, wie man sich ausdrückt, der Wissenschaft vorangeeilt; doch war es auf Grund dieser empirisch gewonnenen Erfahrungen immer möglich, rationell zu wirtschaften? Sicher nicht. Erst die Erfolge der wissenschaftlichen Forschung, die Erkennung der Tatsache, daß Bakterien unter Umständen die Vermittlung der Stickstoffernährung der Schmetterlingsblütler übernehmen können, wiesen der Düngung dieser Pflanzen eine ganz neue Richtung an. Nun konnte man in der Praxis planmäßig vorgehen, nun konnte der Düngungsversuch überall viel erfolgreicher einsetzen. Nachdem die Hauptfrage gelöst war, war und ist es Aufgabe des praktischen Düngungsversuches, die gewonnenen wissenschaftlichen Ergebnisse der Landwirtschaft allgemein nutzbar zu machen. An den Schwierigkeiten aber, die hierbei entstanden, besonders weil vielfach die Bedingungen nicht erfüllt waren, an welche eine gedeihliche Entwicklung der in Frage kommenden Bakterien geknüpft ist, vermag man am besten zu ermessen, daß der praktische Düngungsversuch allein, so wertvolle Fingerzeige er auch gibt, zur Lösung derartiger Fragen nicht ausreicht. Hier muß abermals die Wissenschaft eingreifen, um festzustellen, ob die Vorbedingungen für eine gute Wirkung der Bakterien in den verschiedenen Böden vorhanden sind oder hergestellt werden können, und so das Feld ebnen für eine allgemeine Nutzbarmachung der festgestellten Forschungsergebnisse.

Ähnlich verhält es sich aber mit allen Düngungsfragen; der Feldversuch allein löst sie meistens nicht. Hand in Hand mit ihm muß der Vegetationsversuch gehen, wenn nötig unter Anwendung künstlichen, nährstoffreien Bodenmaterials, weil man, wie wir an anderen Stellen schon wiederholt hervorgehoben haben, nur auf diese Weise alle Versuchsbedingungen, abgesehen von einigen Witterungserscheinungen, in die Hand bekommt und so alle Ergebnisse unbedingt als Folge der gewählten Versuchsbedingungen kennzeichnen kann. Da alle solche Versuche den Endzweck haben, der Praxis zu dienen, muß man dann natürlich zum Acker zurückkehren, sei es unmittelbar oder nach Topf- oder kleinen Parzellenversuchen unter Anwendung von natürlichem Boden.

Diesen Weg haben wir von jeher bei allen unseren Versuchen eingeschlagen, dieser Grundsatz hat uns auch geleitet bei der Bearbeitung der Frage, die wir in folgendem besprechen wollen:

Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden?

II. Bedeutung des Kaliums für das Pflanzenleben im allgemeinen und Beschreibung der Kalimangel-Erscheinungen.

In den Heften 34 und 68 der „Arbeiten der D. L. G." haben wir bereits eine größere Anzahl von Versuchen veröffentlicht über den Kalibedarf einiger Pflanzen und über die Bedeutung des Kaliums für das Pflanzenleben überhaupt. In diesen Arbeiten haben wir eingehend dargelegt, daß ein erheblicher Kalimangel, wie sich in zahlreichen Fällen gezeigt hat, auch noch in der Höhe, wie man ihn auf Feldern oft antreffen kann, tiefgreifende Veränderungen an den Pflanzen hervorruft, ja oft von geradezu entscheidender Bedeutung für die Pflanzen ist. Für eine sogenannte normal ernährte Pflanze, welcher Art sie auch sei, ist an sich jeder Nährstoff von gleicher Wichtigkeit, wenn wir auch über die Rolle, welche die einzelnen Nährstoffe beim Aufbau der Pflanzen spielen, bei weitem noch nicht erschöpfend unterrichtet sind. Unter den für die Praxis besonders in Betracht kommenden Nährstoffen, Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, nimmt das Kalium dennoch eine Sonderstellung ein, welche sich bei allen Versuchen, Gefäß- oder Feldversuchen, nachweisen läßt, sobald nur die nötigen Vorbedingungen dafür vorhanden sind.

Reicht zur vollen Ernährung einer Pflanze die vorhandene Stickstoff- oder Phosphorsäure- oder Kalimenge nicht aus, so tritt in jedem Falle eine Verminderung der Ernte ein, welche sich sehr oft erst dann recht deutlich ausprägt, wenn man die Ernte auf Trockensubstanz umrechnet.

Ein mit den durch Nährstoffmangel an den Pflanzen hervorgerufenen äußeren Erscheinungen genau vertrautes Auge erkennt ja nun auch an den frischen, grünen Pflanzen, und zwar auch auf dem Felde, mit großer Sicherheit etwa vorhandenen Nährstoffmangel. Unter den praktischen Landwirten ist die Kenntnis jener erwähnten äußeren Erscheinungen aber leider noch wenig verbreitet; ja, vielfach hört man den Ausspruch, daß ein solcher Zusammenhang zwischen Ernährung und Wachstum sich sichtbar überhaupt nur in den seltensten Fällen nachweisen lasse.

Wir geben zu, daß da, wo die erforderlichen Nährstoffmengen sich ihren Grenzwerten nähern, wo also eben Mangel oder Überschuß beginnt, eine solche Erkennung schwer, oft überhaupt nicht mit Sicherheit zu erreichen ist, da geringe Wachstumsänderungen und -störungen auf dem Felde auch durch zahlreiche andere Umstände bedingt werden können und die hierdurch bewirkten äußeren Veränderungen sich vielfach mehr oder weniger ähnlich sind; doch derart geringe äußere Veränderungen sind praktisch weniger wichtig, da sie naturgemäß Menge und Beschaffenheit der Ernteerträge wenig beeinflussen. Wichtig sind aber alle jene Fälle, in welchen größerer Mangel eines Nährstoffes und meistens hierdurch bedingt Überschuß eines anderen Nährstoffes vorhanden ist. Diese Fälle werden vielfach, man kann vielleicht sogar sagen meistens, wenig beachtet und sind doch so häufig, daß gar nicht genug darauf hingewiesen werden kann.

Doch es ist hier nicht der Ort, auf diese Erscheinungen im allgemeinen einzugehen; das Kalium beansprucht aber wieder ein ganz besonderes Interesse.

Mögen Stickstoff- und Phosphorsäuremangel noch so groß werden, bei sonst richtiger Ernährung nimmt die Ernte zwar zugleich mit der Zunahme des Nährstoffmangels ab, die Pflanze kommt unter Umständen kaum über das Keimleben hinaus, geht aber vor Ablauf der normalen Vegetationszeit nicht zugrunde, und das Ernteerzeugnis hat einen immer noch mehr oder weniger guten Gebrauchswert. Tritt aber Kalimangel ein, so wird einer der wichtigsten Vorgänge im Pflanzenleben, die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Luft bzw. die Bildung der Kohlehydrate, gehemmt und dadurch eine allgemeine Zerrüttung der Pflanze herbeigeführt. Für jede Pflanze tritt, sobald sich starker Kalimangel einstellt, ein kritischer Punkt im Wachstum ein. Wird ihr die Kalizufuhr weiterhin abgeschnitten, so geht sie mehr oder weniger schnell zugrunde. Gelingt es ihr noch, geringe Kalimengen aufzunehmen, so bleibt sie, wenn auch als Hungerpflanze, am Leben. Die aus solchen Pflanzen gewonnenen Ernteerträge haben nur geringen Gebrauchswert. Neben dem fast immer vorhandenen hohen Stickstoffgehalt haben diese stets verminderten Gehalt an Kohlehydraten, Stärke, Zucker u. a., und soweit sie in frischem Zustande aufbewahrt werden, wie Obst, Kartoffeln, Rüben, sind sie nur von geringer Haltbarkeit. Das Einmieten vertragen solche Ernteerzeugnisse, z. B. Rüben, kaum, und abgesehen von der geringen Zuckerausbeute setzen sie der Verarbeitung große Schwierigkeiten entgegen.

Jene öden Rübenfelder, auf welchen im August oder September neben völlig eingegangenen kleine dunkelgrüne Pflanzen mit spitzen Blättern zu bemerken sind — zahlreiche schnell nacheinander vertrocknete, dunkelbraune Blätter liegen am Boden —, auf welchen bei der Ernte unter Umständen teilweise gelbbraun gefärbte Rüben geerntet werden, jene Kartoffelfelder, auf welchen trotz sonst guter Düngung und bester Witterungsverhältnisse das Kraut plötzlich und vorzeitig mit dunkelbrauner Farbe abstirbt, ohne daß vorher die Blätter gelb wurden, vielfach das lagernde Getreide, besonders wenn es dunkelgelbe Stoppeln hinterläßt, Tabakfelder, auf denen die Blätter unter leichter Krümmung schwer reifen, Obstbäume mit brüchigem, nicht ausreifendem Holz, kleinen und wenig haltbaren Früchten: die Mehrzahl aller dieser Fälle legt ein beredtes Zeugnis ab von dem großen Kalimangel, unter welchem die Pflanzen zu wachsen gezwungen waren.

Der Kalibedarf der Pflanzen — was man unter einem solchen zu verstehen hat, wollen wir später erörtern — ist nun sehr verschieden. Reicht das Kalium aber zur Ernährung nicht aus, so zeigt sich dies schon äußerlich, sowohl bei Gefäßversuchen als auch auf dem Felde, unter allen Umständen durch bestimmte, an den Blättern der Pflanzen auftretende Mangelerscheinungen. Bei der großen Bedeutung dieser Anzeichen für die praktische Landwirtschaft — im allgemeinen vermag der Landwirt während der ganzen Vegetationszeit auf das Gedeihen seiner Pflanzen nur nach äußeren Merkmalen zu schließen — wollen wir das Wesen der Kalimangel-Erscheinungen hier noch einmal kurz beschreiben, und zwar mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse, wie sie auf den Feldern aufzutreten pflegen.

Man muß sich stets klar vor Augen halten, daß das Wachstum der Pflanzen bewirkt wird durch alle vorhandenen Nährstoffe zu gleicher Zeit, und unter Nährstoffen in des Wortes weitester Bedeutung sind auch Wasser, Licht, Wärme und Luft zu verstehen. Sind alle diese Nährstoffe in reicher Menge und in richtigem Verhältnisse zueinander vor-

handen, so treten Höchsternten ein, bei denen das Auftreten von Mangelerscheinungen an den Blättern ausgeschlossen ist. Tritt nun bei reichem Nährstoffvorrat im Boden z. B. ein kalter oder regenarmer Sommer ein, so bleibt die Ernte unter allen Umständen zurück; aber Mangelerscheinungen brauchen deshalb an den Blättern nicht aufzutreten, denn wenn alle Nährstoffe löslich waren, ist jetzt allgemeiner Nährstoffüberschuß vorhanden. Daß bei sehr reicher Düngung aber in einem kalten oder trockenen Jahre die Ernte zurückgehalten wird nur durch die Kälte oder die Trockenheit, ist noch nicht bewiesen, denn wir wissen, daß ein Teil der Nährstoffe vom Boden mehr oder weniger fest absorbiert wird, und kennen noch nicht genau den Anteil, welchen Licht, Wärme, Feuchtigkeit und vielleicht auch die durch diese Umstände bedingte Tätigkeit niederer Organismen an ihrer Löslichmachung nehmen. In einem trockenen oder kühlen Jahre könnten daher den Pflanzen auch bei sehr starker Düngung weniger Nährstoffe in aufnehmbarer Form zur Verfügung stehen als in einem warmen und nassen, so daß also die geringere Ernte ebenso normal zusammengesetzt sein kann wie unter gleichen Düngungsverhältnissen die sehr große Ernte in einem warmen und feuchten Jahre. Die Größe der Ernte an sich bedingt daher keine Mangelerscheinungen an den Blättern, es sei denn, daß man auch das Zurückbleiben als eine Mangelerscheinung bezeichnet.

Ist aber einer derjenigen Nährstoffe, welche wir im Dünger geben, nicht in einer solchen Menge vorhanden, wie sie das richtige Verhältnis zwischen den einzelnen Nährstoffen verlangt, so kann die Pflanze, auch wenn alle anderen Nährstoffe in reichster Menge vorhanden wären, es nicht zu einer Höchsternte bringen, sie bleibt ebenfalls zurück, aber jetzt unter Auftreten von Mangelerscheinungen an den Blättern.

Die Kenntnis dieser Mangelerscheinungen sich anzueignen, kann dem praktischen Landwirt nicht genug empfohlen werden, sie hilft ihm über manche Trugschlüsse hinweg.

Ist ein Boden mäßig reich an Phosphorsäure und Kali, so würden die Früchte, wenn man mit der genügenden Menge von Stickstoff und mäßig oder gar nicht mit Kali düngt, aber die Phosphorsäure fortläßt, unter Umständen das ganze Jahr hindurch gemäß dem, wenn auch nur schwachen, Phosphorsäuremangel eine schön grüne, vielleicht sogar dunkelgrüne Farbe zeigen, und die Ernte hat eine annähernd normale Zusammensetzung. Unter Zusammensetzung der Pflanzen hat man stets zu verstehen das Verhältnis von Rübe oder Knollen zu Kraut, von Stroh zu Körnern, unter Umständen auch das Verhältnis des oberirdischen Teiles zur Wurzelmenge und besonders die chemische Zusammensetzung der einzelnen Pflanzenteile.

Düngt man nun in dem eben erwähnten Falle zugleich auch stark mit Phosphorsäure, so tritt leicht der Fall ein, daß die vorhandene Kalimenge nunmehr nicht ausreicht, d. h. im Verhältnis zu der jetzt vorhandenen Stickstoff- und Phosphorsäuremenge zu gering ist. Die Folge davon ist das Auftreten von Kalimangel-Erscheinungen und damit zugleich eine Verschlechterung der Qualität der Ernteerzeugnisse. Bei Hackfrüchten, Kartoffeln und Rüben, bei diesen letzten hauptsächlich, wenn Nematoden vorhanden sind, treten diese Verhältnisse infolge der Krautschädigung, dem Auge sichtbar, besonders deutlich hervor.

Wir haben hier also — es ist dies ein aus der Praxis herausgegriffener Fall — die äußerlich scheinbar sehr einfach liegende Tatsache vor uns, daß eine reiche Phosphorsäuredüngung die Pflanze schädigt. Eine solche Auffassung kann aber nur da eintreten, wo die Hauptwirkungen der einzelnen Nährstoffe auf die Pflanzen unbekannt sind; zu einem Trugschlusse wie dem hier angeführten wird niemand kommen, der die schon

äußerlich so deutlich sichtbaren Erscheinungen kennt, welche der Kalimangel hervorruft. Doch hiervon in den späteren Abschnitten mehr. Wir wollen an dieser Stelle nur noch einmal kurz das Wesen der äußerlich sichtbaren Kalimangel-Erscheinungen beschreiben

Wenn Stickstoff- oder Phosphorsäuremangel auf dem Felde in einer solchen Größe vorhanden sind, daß eine deutliche Ernteverminderung eintritt, so nehmen die Blätter der Pflanzen schon frühzeitig bei Stickstoffmangel eine hellgrüne, bei Phosphorsäuremangel eine dunkelgrüne Farbe an. Besonders bei Stickstoffmangel ist dann auch meistens ein deutliches Zurückbleiben der Pflanzen zu bemerken.

Ganz anders der Kalimangel. Wenn durch Stickstoff- oder Phosphorsäure- oder Kalimangel die gleiche Ernteerniedrigung eintreten sollte, so ist der Stickstoff- oder Phosphorsäuremangel äußerlich viel früher zu erkennen als der Kalimangel. Kalimangel-Erscheinungen können natürlich an einer Pflanze überhaupt nur auftreten bei mindestens relativem Überschuß an Stickstoff und Phosphorsäure. Die Kalimangelpflanze ist daher in der Lage, reichlich Plasma und Pflanzenfasern zu bilden; sie benutzt den vorhandenen Kalivorrat in ausgiebigster Weise mit zum Aufbau eines umfangreichen Pflanzengerüstes. Die Folge davon ist, daß Kalimangelpflanzen anfangs stets einen sehr üppigen Blätterwuchs zeigen, oft üppiger als normal ernährte Pflanzen, vielleicht weil die bei einer starken Konzentration der Nährlösung anfänglich oft eintretende geringe Wachstumshemmung bei einer geringen, aber für den Aufbau einer selbst üppigen Pflanze anfänglich genügenden Kalimenge unterbleibt.

Hier erfolgt nun gewöhnlich der erste Trugschluß: „Bei einer so kräftigen Blattentwicklung kann doch kein Mangel vorhanden sein." Je näher nun aber der Zeitpunkt herankommt, an welchem der Vorrat an löslichem Kali erschöpft ist, desto grüner wird die Pflanze, desto längere Zeit vergeht, bis die Blätter vertrocknen, weil sich nun allmählich der Stickstoffüberschuß immer mehr geltend macht.

Tritt nun aber der Zeitpunkt ein, an welchem neues Kalium wenig oder kaum noch aufgenommen wird, gewöhnlich kurz vor, während oder kurz nach der Blüte, so wird, wie schon erwähnt wurde, einer der wichtigsten Vorgänge im Pflanzenleben, die Assimilation des Kohlenstoffes aus der Luft, gehemmt; die Folge davon ist ein mehr oder weniger schneller Verfall der schon vorhandenen Pflanzenorgane und besonders die mangelhafte Ausbildung der Samen und Früchte. Das in den älteren Blättern aufgespeicherte Kali nutzt aber die Pflanze zur Neubildung von anderen Organen auf das äußerste aus.

Im einzelnen äußern sich die Kalimangel-Erscheinungen auf dem Felde etwa folgendermaßen. Die meist sehr üppigen und anfangs normal, d. h. nach einem Übergang in Gelb, vertrocknenden Blätter behalten auffallend lange ihre grüne Farbe, und sonst glatte Blätter nehmen eine wellige Beschaffenheit an. (Gut zu beobachten an Tabak, Rüben, Kartoffeln.) Dann treten zwischen den Blattadern und auch wohl an den Rändern der Blätter hellgrüne bis gelbliche Flecke auf, welche schnell in Braun, später auch wohl in ein helles Grau oder Grauweiß übergehen (sicher zu erkennen bei allen Pflanzen; bei Getreidearten treten in den Blättern braune Streifen auf und bei Zuckerrüben außerdem an den Blattstielen braune Flecke). In diesem Zustande krümmen sich oft die Blätter, die konvexe Seite nach unten gerichtet (sehr deutlich bei Tabak und Kartoffeln), wobei häufig die Blattränder einreißen. Das Vertrocknen der Blätter erfolgt von nun an direkt von Grün in Dunkelbraun ohne Übergang in Gelb. Während in allen anderen Fällen die Blätter einzeln nacheinander zugrunde gehen,

stirbt in der Zeit des Auftretens von starkem Kalimangel regelmäßig eine größere Anzahl von Blättern fast zu gleicher Zeit ab. (Am deutlichsten zu beobachten da, wo die vertrockneten Blätter nicht abfallen, wie bei Zuckerrüben, bei welchen die schnell absterbenden Blätter sich gleichsam sternförmig auf dem Boden anordnen.)

Gelingt es der Pflanze nun nicht mehr, Kalium aus dem Boden aufzunehmen, so stirbt sie schnell ab; doch dieses tritt auf dem Felde naturgemäß nur in seltenen Fällen ein (am leichtesten zu beobachten bei Kartoffeln und besonders Zuckerrüben). Erfolgt aber, und in den weitaus meisten Fällen tritt dieses ein, auch ferner geringe Kaliaufnahme, so bleibt die Pflanze am Leben, ja oft oder sogar meistens länger als eine normal ernährte, weil sie infolge des Stickstoffüberschusses schwerer abstirbt. In dieser Zeit des Wachstums verändern aber die Pflanzen vielfach ihre äußere Form. Die Stengelglieder z. B. bei Erbsen, Senf und Kartoffeln werden verkürzt, bei Kartoffeln und Senf sind außerdem die Blätter klein, wellig und nach unten gekrümmt. Die Zuckerrübe, ähnlich auch die Zichorie, verändert ihre Blattform in ausgeprägter Weise. Statt der breiten, nach außen sich neigenden Blätter entstehen dünne, lange, lanzettförmige, gerade oder schräg nach oben gerichtete Blätter. Die Mittelrippe dieser Blätter ist meistens etwas um die eigene Achse gedreht, so daß die Blätter oft eine schwach spindelförmige Form haben. Diese Blätter, zuerst saftig grün, haben aber oft so zartes Gewebe, daß sie fast durchscheinend sind. Später werden auch diese an den Rändern braun und vertrocknen ohne Übergang in Gelb mit dunkelbrauner Farbe. Meistens treten vorher auch an den Stielen wieder braune Flecke auf. Sind diese neugebildeten Blätter verhältnismäßig üppig, ein Zeichen dafür, daß noch größere, wenn auch unzureichende Kalimengen aufgenommen sind, so bleibt die Rübe gesund, zeigt aber stets normal ernährten Rüben gegenüber einen stark verringerten Zuckergehalt.

Werden aber gar keine, nur wenig und sehr kleine Blätter dieser Art gebildet, so wird die eigentliche Rübe meistens ganz oder teilweise braun und gelbfleischig, zeigt nur sehr geringen Zuckergehalt (oft nur wenige Prozente), ist dagegen reich an Invertzucker und wenig haltbar in den Mieten.

Sehr gut sind oft die Folgen des Kalimangels am Getreide zu beobachten. An den dunkelgrünen Blättern treten also braune Flecke und braune Streifen auf. Da die Blätter ihre grüne Farbe oft länger beibehalten als die normal ernährten Pflanzen, ist man leicht geneigt — derselbe Trugschluß wie vorher —, gerade die Mangelpflanzen für sehr gut ernährt zu erklären. Bald aber wird man bemerken, daß sich die Reife ungewöhnlich lange verzögert. Während normal ernährtes Getreide schon goldgelbe Halme zeigt, findet man bei Kalimangel eine durch die braunen Flecke hervorgerufene im ganzen schmutziggrün erscheinende Farbe, und bei dem geringsten Anlaß, bei dem kräftig ernährte Pflanzen noch fest stehen bleiben, legt sich derartiges Getreide. Bei der Reife ist das Stroh der Kalimangelpflanzen fast stets dunkler gefärbt als das reichlich mit Kali ernährte, was man auch noch nach der Ernte deutlich an den Stoppeln erkennen kann.

Ebenso wie Getreide reifen alle Pflanzen, welche unter Kalimangel litten, schwerer als normal ernährte, und die erhaltenen Ernteerzeugnisse sind stets verhältnismäßig arm an Kohlehydraten, an Stärke und Zucker. Die Stroh- oder Krautmenge ist verhältnismäßig immer höher als bei richtiger Kaliernährung.

Wer sich einmal die Mühe gibt, diese Mangelerscheinungen, natürlich auch die Erscheinungen des Stickstoff- und Phosphorsäuremangels, genau zu erforschen, kann

sich vor manchem Mißgriff in der Düngung schützen. Die Erntemenge läßt zugleich mit den beobachteten Mangelerscheinungen natürlich viel genauere Schlüsse auf die Düngebedürftigkeit eines Bodens zu als ohne diese. Derartige Mittel zur Erkennung der Düngebedürftigkeit eines Bodens erscheinen aber um so wertvoller, als alle Analysen des Bodens und der Pflanze uns nach dieser Richtung hin mehr oder weniger im Stiche lassen, im Zusammenhange aber mit der Erntemenge und solchen Beobachtungen von Mangelerscheinungen uns ein schon zuverlässigerer Führer sind.

Bei der außerordentlichen Verschiedenheit der Äcker, der Witterung und der Düngung treten natürlich die Mangelerscheinungen selbst an denselben Pflanzen in den einzelnen Jahren stets etwas verschieden auf; ja da, wo der Kalimangel in einem Jahre bis zum vorzeitigen Absterben der Pflanzen führte, kann er sich in einem anderen Jahre nur durch eine Veränderung der Blattfärbung zeigen. Die hauptsächlichsten Wirkungen des Kalimangels aber: Verzögerung der Reife und Verschlechterung der Beschaffenheit der Ernteerzeugnisse lassen sich stets in mehr oder weniger ausgeprägter Form feststellen.

Mancherlei andere Umstände, Pilze, Blattläuse, Rauchgase, zu saure oder zu alkalische Reaktion des Bodens u. a. rufen nun aber an den Blättern der Pflanzen unter Umständen Erscheinungen hervor, welche den Nährstoffmangel-Erscheinungen sehr ähnlich sind. Ein geübtes Auge unterscheidet jedoch besonders bei längerer Beobachtung der betreffenden Pflanzen diese Erscheinungen ziemlich sicher, so daß sich durch die Kenntnis der Mangelerscheinungen, wie schon erwähnt wurde, Trugschlüsse mancher Art vermeiden lassen. In allen Zweifelsfällen ist natürlich die chemische Analyse der Pflanzen ein unschätzbares Hülfsmittel.

III. Beschreibung der Versuche.

1. Allgemeines.

Bei der Ernährung der Pflanzen ist, wie wir ja wissen, nicht nur ein gleichzeitiges Zusammenwirken aller Pflanzennährstoffe erforderlich, sondern die Nährstoffe müssen offenbar auch in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, welches aber innerhalb gewisser Grenzen schwanken kann, je nach dem Gebrauchswert der Ernten, welche man erzielen will. Wenn wir nun die Frage aufwerfen: „Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden?", so kann man nach obigem die Frage streng genommen für sich allein gar nicht behandeln, denn es dürfte wohl auf dem Acker kaum vorkommen, daß eine Pflanze aus dem Boden mehr oder weniger Kali aufnimmt, ohne zugleich auch ihren Gehalt an anderen Nährstoffen zu ändern, wofür uns aber allgemeine Grundsätze erst im beschränkten Maße bekannt sind. Eine Bearbeitung aller dieser Ernährungsfragen im Zusammenhange miteinander würde jedoch außerordentlich umfangreich werden und müßte nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse dennoch lückenhaft bleiben.

Wir wollen daher alle jene anderen Ernährungsbedingungen, gleichviel ob wir sie bei unseren Versuchen in der Hand hatten oder nicht, als gegeben hinnehmen und uns demnach nur mit den Gründen beschäftigen, welche für die Kaliaufnahme der Pflanzen maßgebend sind, soweit die von uns nach dieser Richtung erhaltenen Ergebnisse Schlüsse darüber zulassen.

Für die vorliegende Arbeit galt es zuerst, zu entscheiden, ob Feldversuche oder Topfversuche das geeignete Mittel zur Erlangung möglichst sicherer Ergebnisse seien. Unzweifelhaft hat die Beantwortung der Frage, welche diese Abhandlung stellt, auch rein wissenschaftliche Bedeutung, für die Landwirtschaft jedoch eine vorwiegend praktische; kann doch jeder Beitrag zur Aufklärung der Verhältnisse, welche die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden beeinflussen, dazu beitragen, die Widersprüche zu erklären, welche oft in den Ergebnissen scheinbar unter gleichen Verhältnissen ausgeführter Kalidüngungsversuche enthalten sind, und so die Entscheidung erleichtern, ob in einem gegebenen Falle eine Kalidüngung von Vorteil sein kann oder nicht. Für den Erfolg in der Praxis sind nun am letzten Ende maßgebend einzig und allein Feldversuche. Nur diese können entscheiden, ob der in Frage kommende Acker eine Düngung lohnt oder nicht. Der Feldversuch wird daher aber auch immer nur eine verhältnismäßig eng begrenzte örtliche Bedeutung haben. Können uns nun Feldversuche auf die oben gestellte Frage eine klare Antwort geben? Wir haben schon in der Einleitung darauf hingewiesen, daß dieses natürlich möglich, unter Umständen aber sehr schwierig ist, und daß man mit Zuhülfenahme von Topfversuchen viel schneller und sicherer zum Ziele gelangen kann als durch Feldversuche allein.

Da eben nach jeder Richtung hin vergleichbare Feldversuche, ebenso wie Gefäßversuche, nur unter ganz gleichartigen Bedingungen ausgeführt werden können, kann man naturgemäß in e i n e m Jahre gewisse Verhältnisse, wie große und geringe Bodenfeuchtigkeit, Vorhandensein oder Abwesenheit von Nematoden u. a., auf dem Acker nicht miteinander vergleichen. Sollte aber wirklich einmal ein feuchtes Jahr mit einem sehr trockenen abwechseln, wie z. B. in Deutschland die Jahre 1904 und 1905, so kann man zwar innerhalb zweier Jahre auf einem bestimmten Acker die verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten miteinander vergleichen; da aber nicht in demselben Maße wie Bodenfeuchtigkeit auch Licht und Wärme wechseln, und da besonders ein selbst sehr gleichmäßiges Ackerstück in zwei verschiedenen Jahren ganz veränderte physikalische Beschaffenheit zeigen und besonders in bezug auf die Löslichkeit ein und derselben Pflanzennährstoffe sich gänzlich verschieden verhalten kann, so liegt es auf der Hand, daß man zur Lösung vieler Fragen, welche den Boden betreffen, Feldversuche in den meisten Fällen nur dann benutzen kann, wenn sie viele Jahre hintereinander ausgeführt worden sind. Der Gefäßversuch läßt jedoch die Einführung selbst der verschiedensten Versuchsbedingungen in e i n e m Jahre zu und liefert daher viel schneller als der Feldversuch sichere Ergebnisse. Die Wirkung auf die Menge der Ernte irgend einer in einem Gefäßversuch angewandten Maßregel ist, wie hier wohl kaum noch einmal hervorgehoben zu werden braucht, natürlich mit der unter entsprechenden Verhältnissen auf dem Felde erhaltenen Wirkung nicht zu vergleichen — diese Wirkungen sind ja auch auf dem Acker an und für sich alljährlich verschieden —; aber die Grundgesetze der Ernährung und Nährstoffaufnahme haben Geltung bei Gefäß- und Feldversuchen, und die Erkennung dieser Gesetze erleichtert, wie oben ausgeführt wurde, der Topfversuch sehr.

Gefäßversuche haben aber noch eine besondere Bedeutung aus folgenden Gründen. Bleiben wir einmal bei der vorliegenden Frage der Kaliaufnahme, und zwar in der Annahme, daß uns nur Feldversuche zur Verfügung ständen. Wir müssen hierbei die Höhe der Gesamternte durch Wägung und die aufgenommene Kalimenge durch Analyse der Erntebestandteile feststellen. Dies letzte können wir aber nicht in der Gesamternte, sondern nur in verhältnismäßig kleinen Proben. Wer kennt nun nicht die Schwierigkeiten einer genauen Erntefeststellung und der Entnahme einer richtigen Durchschnittsprobe! Wir wollen hier nur auf die Hauptschwierigkeiten hinweisen. Bei der Ernte handelt es sich teils um oberirdische Teile, wie reifes Getreide, frisches Kraut, oder unterirdische, wie Rüben und Kartoffeln. Die Menge einer oberirdischen Ernte läßt sich noch verhältnismäßig leicht feststellen, um so sicherer, je trockener die Pflanzenteile und je kleiner die Versuchsstücke sind. Kleine Versuchsstücke aber erhöhen die Schwierigkeiten einer Umrechnung auf größere Flächen wegen der unvermeidlichen Versuchsfehler. Hat man nun die mehr oder weniger wasserreiche Ernte gewogen, so kommt eine neue Schwierigkeit, nämlich die Feststellung ihres Wassergehaltes durch Untersuchung einer geeigneten Probe. Daß hier große Fehler vorkommen können, besonders wenn man nicht sehr geschultes Personal zur Verfügung hat, ist ja bekannt.

Aber diese Schwierigkeiten werden noch bei weitem übertroffen bei der Feststellung der Ernte unterirdischer Pflanzenteile, wie Rüben und Kartoffeln. Da es bei größeren Versuchen kaum durchzuführen ist, die ganze Ernte vor dem Verwiegen von dem anhaftenden Schmutze zu befreien, so wiegt man zunächst den Schmutz mit und ermittelt dessen Menge in einer besonderen, meistens zugleich für die Bestimmung der Trockensubstanz und die erforderlichen chemischen Analysen gewonnenen Durchschnittsprobe. Je größer die Versuchsstücke sind, je mehr Leute man zur Erntearbeit gebraucht und je unregelmäßiger die Form der Ernteerzeugnisse ist (beinige Rüben), desto größer ist hier der Fehler, den man bei dieser Bestimmung machen kann, und zwar selbst bei sorgfältiger Durchführung der Erntearbeiten. Der bei der Schmutzbestimmung gemachte Fehler ist hier unter Umständen so groß, daß das wahre Versuchsergebnis dadurch völlig verschleiert werden kann. Es kommt vor, daß bei dieser Methode, wenn die Schmutzmenge zu gering gefunden wurde, Ernten herausgerechnet werden von solcher Höhe, wie sie tatsächlich gar nicht vorkommen. Alle sonst gefundenen analytischen Zahlen müssen nun auf die so ermittelte Ernte umgerechnet werden, haben also dieselben Fehler wie diese selbst.

Die hervorgehobenen Fehlerquellen sind ja denen, die sich mit Felddüngungsversuchen beschäftigen, genugsam bekannt; sie zeigen, wie schwierig es unter Umständen ist, aus den Ergebnissen von Feldversuchen die richtigen Schlüsse zu ziehen. Diese Schwierigkeiten, welche also der wahren Ermittlung der Nährstoffaufnahme aus dem Boden entgegenstehen, fallen fort bei Anwendung von Gefäßversuchen, bei welchen man sogar die Nährstoffmengen in dem vor der Reife vertrockneten (auf dem Felde vielfach ganz oder teilweise verloren gehenden) Teile der Pflanzen bestimmen kann. Die Nährstoffaufnahme der Pflanzen an sich vollzieht sich doch wohl unter allen Umständen nach ganz bestimmten Gesetzen, auf dem Felde und bei Topfversuchen, in natürlichem und künstlichem Bodenmaterial, und zwar derart, daß der größte Teil der Nährstoffe im allgemeinen schon in der Jugend aufgenommen wird und daß gewisse Pflanzenteile zu Zeiten reicher oder ärmer an Nährstoffen sind. Das Verhältnis der aufgenommenen Nährstoffe zueinander wechselt aber beständig,

je nachdem alle Nährstoffe im Boden in reichem Maße oder einzelne von ihnen in mehr oder weniger geringer Menge vorhanden sind. Die im ganzen aufgenommenen Nährstoffmengen und die Höhe des prozentischen Gehaltes an Nährstoffen in den einzelnen Pflanzenteilen wechselt natürlich bei verschiedenen Bodenarten einerseits oder bei Feld- und Topfversuchen anderseits; aber das Verhältnis der Zahlen zueinander bleibt annähernd stets dasselbe, wenn die gleichen Nährstoffmengen in löslicher Form den Pflanzen zur Verfügung standen. Vergleicht man daher die Ergebnisse von Gefäßversuchen, selbst bei Anwendung von künstlichem, an sich nährstofflosem Bodenmaterial, nach dieser Richtung hin mit den durch Feldversuche gefundenen Ergebnissen, besonders wenn man auch auf etwa aufgetretene Mangelerscheinungen geachtet hatte, so wird man sehr oft die wertvollsten Fingerzeige über den Reichtum eines Ackers an löslichen Nährstoffen erhalten, sofern nur die Gefäßversuche bei ausgeprägtem Nährstoffmangel, bei normaler Ernährung und bei Nährstoffüberschuß ausgeführt wurden.

Weil nun diese Arbeit in der Hauptsache den Zweck verfolgt, bestimmte Grundlagen für die Kaliaufnahme zu schaffen, so enthalten die folgenden Angaben vorwiegend die Ergebnisse von Topfversuchen. Die entsprechenden Feldversuche sollen, da sie zum großen Teile noch weit weniger abgeschlossen sind als die Gefäßversuche, in einer gesonderten Abhandlung zur Veröffentlichung gelangen.

Wir stellten uns bei Beginn der Versuche zwei gesonderte Fragen:

1. Nach welchen Gesetzen nimmt die Pflanze das Kalium aus dem Boden auf?
2. Kann der Vegetationsversuch in Gefäßen bei geeigneter Anwendung zur Feststellung der Kalibedürftigkeit eines Bodens dienen?

Für die erste Frage ist es offenbar gleichgültig, ob man eine genaue Durchschnittsprobe irgend eines Ackers vor sich hat; für die Bearbeitung der zweiten Frage ist eine solche aber unerläßlich, denn diese Methode würde darauf hinausgehen, irgend einen Weg zu finden zur Erreichung des Zieles, die Ergebnisse von Topfversuchen nach bestimmten Grundsätzen auf den Acker zu übertragen. Wieweit die Lösung dieser Frage durch die unternommenen Versuche gefördert ist, vermögen wir heute noch nicht zu sagen; es ist auch nicht unsere Absicht, in dieser Arbeit näher darauf einzugehen; wir wollen uns nur mit der ersten Frage beschäftigen.

2. Die Versuchsmethode.

Die Gründe für die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden können verschiedenen Ursprungs sein, und danach muß sich die Versuchsmethode richten.

Wir können drei Hauptursachen unterscheiden, welche für die Kaliaufnahme maßgebend sind:

Erstens haben, wie schon von verschiedenen Seiten festgestellt worden ist, die einzelnen Pflanzenarten eine voneinander abweichende Aufnahmefähigkeit.

Zweitens ist die Aufnahme in weiten Grenzen abhängig von Bodenart, Düngung und Witterung. Diese drei wirken fast immer zusammen und können in ihren mannigfachen Wechselwirkungen aufeinander die Kaliaufnahme nach den verschiedensten Richtungen hin beeinflussen.

Drittens kann aber eine veränderte Kaliaufnahme auch hervorgerufen werden durch Gründe, welche ursprünglich ganz außerhalb des Bodens und der Pflanzen liegen,

nämlich durch die Wirkung kleiner Tiere und niederer Organismen, sowie wahrscheinlich auch durch auf die Pflanze einwirkende Reizmittel verschiedener Art.

Die unter erstens und zweitens genannten Gründe können natürlich in der Hauptsache nur durch Versuche in natürlichem Boden aufgeklärt werden, die unter drittens genannten lassen teilweise aber auch eine Verwendung von künstlichem Bodenmaterial zu, ja die Grundlagen zu ihrer Erklärung lassen sich oft in künstlichem Bodenmaterial viel leichter finden als in natürlichem. Je nach Bedarf haben wir daher beide Arten von Bodenmaterial nebeneinander benutzt. In den weitaus meisten Fällen sind jedoch natürliche Bodenarten zur Verwendung gekommen, und zwar von jedem Acker eine möglichst gute Durchschnittsprobe.

Zur Entnahme dieser Proben wurden von Wilfarth für diesen Zweck hergestellte eiserne Erdbohrer benutzt. Diese haben eine Höhe von 60 cm und sind schwach konisch. Der innere Durchmesser der unteren Öffnung beträgt bei den verschiedenen Bohrern 9,0 bis 9,5 cm, der der oberen Öffnung 11 cm, so daß also die Fläche der unteren Öffnung 64 bis 70 qcm beträgt. Für die vorliegende Arbeit wurden stets Bohrer von gleicher Größe benutzt. Das untere Ende der Bohrer ist angeschärft und das obere Ende an zwei gegenüberliegenden Seiten mit durchlöcherten Eisenansätzen versehen, so daß man mit Hülfe eines Eisenstabes die Bohrer, zumal sie konisch sind, verhältnismäßig leicht in selbst harte Erde eintreiben kann, da die ausgebohrte Erde in dem oben erweiterten Teil der Bohrer nicht zusammengedrückt wird, sondern durch den von unten erfolgenden Druck sich lockern und teilweise auseinanderfallen kann. Diese Bohrer wurden bei der Probenahme bis zu der gewünschten Tiefe, meistens 30 cm tief, in den Boden eingebohrt. Es liegt auf der Hand, da man also die Oberfläche und den Rauminhalt der ausgebohrten Erdprobe genau feststellen kann, daß man die Zahlen, welche man bei der Prüfung einer solchen Bohrerfüllung erhält, auf den ganzen Acker umrechnen kann, bzw., soweit Pflanzenwachstum dabei in Betracht kommt, umrechnen könnte, wenn das Wachstum in einem Kulturgefäß ebenso verliefe wie auf dem Acker. Wir wissen, daß dieses nicht der Fall ist, und erwähnen die Angaben nur, weil sie von Bedeutung sind für die Frage, ob man durch einen Gefäßversuch auf die Düngebedürftigkeit eines Bodens schließen kann.

Um eine einigermaßen richtige Durchschnittsprobe der Erde eines Ackers zu erhalten, wurden stets auf einer Fläche von 1 a mindestens zwei — meistens aber mehr, bis zu zehn — Bohrungen ausgeführt. Da die Kulturgefäße 2,7 solcher Bohrerfüllungen faßten, wurden an Ort und Stelle stets drei in einem kleinen Sack vereinigt. Unmittelbar nach der Probenahme wurden die so erhaltenen Proben gewogen, und jede Probe, welche vom Durchschnittsgewicht mehr als 5% abwich, wurde vom Versuch ausgeschlossen. Es wurden daher stets mehr Proben genommen, als für den Versuch erforderlich waren. Meistens waren die Ursachen solcher Abweichungen größere Steine. Nun wurde der Inhalt eines jeden Sackes, also stets drei Bohrerfüllungen zusammen, durch ein 5 mm-Sieb gesiebt und so von allen größeren Steinen befreit. Diese wurden nicht mit in die Gefäße eingefüllt, da sie durch ihre verschiedenartige Zersetzbarkeit die Ergebnisse der Versuche leicht hätten stören können. In der so von Steinen befreiten Erde, also jedesmal dem Inhalt von drei Bohrern, wurde nun das Wasser bestimmt und auf diese Weise das durchschnittliche Trockengewicht von drei Bohrerfüllungen erhalten. Unmittelbar vor dem Füllen der Kulturgefäße wurde nun die ganze Erde sorgfältig gemischt. Nach Bestimmung des Wassergehaltes in der so erhaltenen Gesamtprobe

wurde für jeden Topf eine dem Trockengewichte von 2,7 Bohrerfüllungen entsprechende Menge abgewogen.

Als Kulturgefäße dienten Glastöpfe von 33 cm Höhe mit einem oberen Durchmesser von 21 cm und einem unteren von 19 cm. Im Boden befand sich kein Loch, aber an zwei sich gegenüberliegenden Seiten waren 5 cm vom Boden entfernt zwei Löcher angebracht.

Auf dem Boden der Gefäße stand ein gerade über die seitlichen Löcher hinausragender verzinnter und vielfach durchlöcherter Eiseneinsatz. Auf diesem lag zugleich zum Ausgleich des Gewichtsunterschiedes der Kulturgefäße eine Schicht haselnuß- bis walnußgroßer, sorgfältig gereinigter Kieselsteine und auf diesen eine dünne Tafel ungeleimter Watte, um das Versinken des Bodenmaterials zwischen die Steine zu verhüten.

Das Bodenmaterial wurde in die Gefäße eingefüllt mit einem möglichst hohen Wassergehalt, aber so, daß ein Schmieren und ein dadurch bewirktes Festkleben an Händen, Spatten oder Löffeln noch nicht eintrat. Humusreiche und tonreiche Böden dürfen für diesen Zweck nicht mehr als 12 bis 13% Wasser enthalten, bei den verschiedenen Sandböden schwankt der Wassergehalt etwa von 8 bis 15%.

Wir trafen diese Maßregel aus folgenden Gründen. Füllt man in ein Kulturgefäß trockenen Sand und begießt diesen mit einer Nährlösung, so entsteht eine nur wenig durchlüftete feste Masse, in welcher die meisten unserer Kulturpflanzen nicht normal zu wachsen vermögen. Die Pflanzen bleiben mehr oder weniger zurück, zeigen Krankheitserscheinungen verschiedener Art und gehen auch wohl vorzeitig zugrunde. Mischt man den Sand jedoch mit derselben Nährlösung vorher sorgfältig durch, so entsteht eine lockere Masse, welche, unter sanftem Andrücken allmählich in die Kulturgefäße eingefüllt, ein für das Wachstum der Pflanzen geeignetes Bodenmaterial abgibt. Wir haben dann die sogenannte Krümelstruktur, bei dem der Boden mit zahlreichen lufthaltigen Hohlräumen durchsetzt ist. (Wenn trotzdem reiner Sand für die Kultur vieler Pflanzen nicht geeignet ist, so liegen die Gründe dafür auf einem anderen Gebiete, auf das wir aber an dieser Stelle nicht näher eingehen wollen.) Je humusreicher nun ein Boden ist, desto trockener kann man ihn im allgemeinen in die Gefäße einfüllen, denn mit dem Humusreichtum steigt gewöhnlich auch die Lockerkeit. Reiner Torf (gereinigt), völlig trocken in Gefäße eingefüllt, eignet sich vorzüglich für die Kultur aller Pflanzen.

Reiner, feinkörniger Sand (gesiebt durch ein 0,5 mm-Sieb) oder Torf (gesiebt etwa durch ein 3 mm-Sieb), trocken in Kulturgefäße eingefüllt und dann mit der Nährlösung begossen, liefern etwa die Grenzen der für das Pflanzenwachstum erforderlichen Lockerheit des Bodens. Je mehr man sich der einen oder der anderen dieser Grenzen nähert, desto besser oder schlechter gedeihen die Pflanzen. Nun gibt es zwar zahlreiche Zwischenstufen, bei denen man der Pflanze ein verändertes Wachstum äußerlich kaum oder gar nicht anmerkt; die Zusammensetzung der Pflanze, das Verhältnis der einzelnen Pflanzenteile zueinander und besonders die verbrauchte Wassermenge liefern jedoch oft den Beweis dafür, daß das Wachstum nach irgend einer Richtung hin nicht normal verlief. Jede Wachstumsstockung, aus welchem Grunde sie auch entstanden sein möge, kennzeichnet sich durch einen Mehrverbrauch von Wasser, d. h. auf einen Teil im ganzen gebildeter Trockensubstanz wird mehr Wasser verbraucht, als wenn eine Pflanze bis zum Schlusse sich gleichmäßig und normal entwickelt. Die auf einen Teil Trockensubstanz

verbrauchte Wassermenge läßt daher oft sehr wertvolle Schlüsse nach dieser Richtung hin zu.

Den Einfluß der dichten oder lockeren Beschaffenheit des Bodens auf das Wachstum der Pflanzen schließt man aber am besten und einfachsten dadurch aus, daß man die Bodenarten nicht trocken, sondern stets in einem gleichmäßig feuchten Zustande in die Kulturgefäße einfüllt. Die durch ein solches Verfahren etwas vermehrte Arbeit wird durch die erzielte Gleichmäßigkeit der Ergebnisse reichlich belohnt. Man bedenke außerdem, daß auch in dem Acker die Aussaat in gelockerte Erde erfolgt.

Wir ließen daher die zur Verwendung kommenden Bodenarten stets in dünner Schicht ausgebreitet abtrocknen — zugleich ein einfaches Mittel, Ungeziefer aus der Erde zu vertreiben —, bis sie sich ohne Schwierigkeiten durch ein 5 mm-Sieb sieben ließen. In dem großen und kühlen uns zur Verfügung stehenden Vorbereitungsraum wurden nun am Morgen des Tages, an dem die Kulturgefäße beschickt werden sollten, die Erdproben sorgfältig gemischt und dann, nachdem eine gute Durchschnittsprobe genommen war, mit großen Bogen starken Papiers zugedeckt, um eine weitere Wasserverdunstung möglichst zu vermeiden.

In der Durchschnittsprobe wurde sofort das Wasser bestimmt, so daß schon nach einigen Stunden die für jedes Kulturgefäß erforderliche Menge Boden abgewogen werden konnte. In einer geräumigen, weiß emaillierten Satte wurde nun der Boden mit der vorgesehenen Nährlösung, welche nötigenfalls mit der für den gewünschten Wassergehalt des Bodens erforderlichen Menge destillierten Wassers verdünnt war, auf das sorgfältigste vermischt (die benutzten Flaschen wurden stets mit destilliertem Wasser nachgespült) und dann mit Hülfe eines großen Löffels und eines Verteilers in die Gefäße unter gleichmäßigem Andrücken eingefüllt. Dieser Verteiler besteht aus einem sehr kräftigen, langstieligen, aber runden Löffel, welcher zum Stiele rechtwinklig umgebogen ist. Das Füllen eines Gefäßes geschah stets von zwei Personen, von denen die eine einfüllte, die andere andrückte. Die letzten Reste der Erde lassen sich mit scharfen Pinseln bis auf die kleinsten Teilchen entfernen, wenn man den Wassergehalt des Bodens nicht zu hoch bemißt, damit kein Schmieren eintritt. Auf die vorbeschriebene Art und Weise läßt sich ein durchaus gleichmäßiges Arbeiten erreichen.

Die Aussaat erfolgte bei demselben Wassergehalt, welchen der Boden nach dem Füllen der Gefäße hatte. Bis zum Aufgange der Pflanzen — bei kleinen Pflanzen auch noch einige Zeit nach dem Aufgange — wurde der Boden nicht begossen, sondern täglich mit einer sehr feinen Brause besprengt, um Krustenbildung zu vermeiden. Die Erhöhung oder auch Verringerung des Wassergehaltes erfolgte meistens erst später, je nach dem Versuchsplan, wie später bei jedem Versuche erwähnt werden soll.

Während des Sommers wurden vertrocknete Blätter stets gesammelt, nach der Ernte wurden die Wurzeln in einem mit Wasser gefüllten Fasse auf einem Siebe, nötigenfalls mit Zuhilfenahme eines Wasserstrahles, schnell ausgeschlämmt und von allen anhaftenden Erdeteilen befreit.

Die Analyse der bei 100° C. getrockneten Pflanzenteile erfolgte nach den üblichen Bestimmungsmethoden.

IV. Ergebnisse der Versuche.

1. Die Absorption des Kaliums vom Boden.

Das Kalium ist einer jener Stoffe, welche, in den Boden gebracht, unter Umständen nicht frei beweglich bleiben, sondern mit andern Stoffen mehr oder weniger feste Verbindungen von verschiedener Löslichkeit eingehen. Beim Kalium geschieht dies jedenfalls in der Weise, daß vorhandene Natrium-, Kalzium-, Magnesium- oder Aluminiumsilikate ihre Basis gegen das Kalium ganz oder teilweise austauschen. Ist dieses aber der Fall, so ergibt sich infolge der außerordentlichen Verschiedenheiten unserer Bodenarten, daß es eine geradezu unendliche Menge Arten der Kalibindung im Acker geben kann. Ein allgemein gültiges Gesetz über die Festlegung des Kaliums im Boden wird sich daher niemals aufstellen lassen; aber wir müssen, wenn wir in der Kalidüngungsfrage weiterkommen wollen, versuchen, diese Bodenvorgänge in ein gewisses System zu bringen. Wir müssen zu ergründen versuchen, unter welchen Bedingungen einem Silikate die Fähigkeit zukommt, das Kalium zu binden, und müssen nach Methoden suchen, die kaliabsorbierenden Verbindungen im Boden zu bestimmen. Festzustellen bleibt natürlich außerdem, unter welchen Bedingungen derartige Verbindungen das Kalium an die Bodenflüssigkeit bzw. an die Pflanzen abgeben.

Gleich anderen haben auch wir versucht, dieser Frage mit Hilfe künstlich hergestellter Silikate näher zu treten, ohne aber bisher die Möglichkeit gefunden zu haben, aus den Ergebnissen sichere Schlüsse zu ziehen.

Wir haben anderseits auch zahlreiche Feld- und Topfversuche angestellt, aus welchen man aber naturgemäß, wenn man nicht diesbezügliche Bodenuntersuchungen daneben vornimmt, nur die Tatsache der Kalibindung, nicht oder doch nur in geringem Maße deren Ursachen feststellen kann. Für derartige Sonderuntersuchungen des Bodens fehlen aber bisher genauere Methoden. Andrerseits beanspruchen derartige meist im Laboratorium auszuführende Untersuchungen sehr viel Zeit, welche uns neben unserer sonstigen reichen Versuchstätigkeit bisher nicht zur Verfügung stand. Feldversuche, welche wir, wie schon erwähnt, in größerer Zahl und in verschiedenen Jahren nach dieser Richtung hin angestellt haben, bedürfen, wenn sie sichere Schlüsse zulassen sollen, natürlich sehr häufiger Kontrolle, welche aber unter Umständen nur schwer auszuführen ist. Wirkt z. B. irgend ein Umstand, etwa das Wasser, in erheblicher Weise auf die Kalibindung ein, so können wir genau genommen zweijährige Versuche nur in den seltensten Fällen einigermaßen miteinander vergleichen. Aber selbst wenn die Regenverhältnisse als gleichwertig zu betrachten wären, so verändert sich der Boden von einem Jahre zum andern durch Bearbeitung, Düngung und Pflanzenwachstum unter Umständen derart, daß die erwähnte Wirkung des Wassers durch Einflüsse anderer Art ganz in den Hintergrund gedrängt werden kann. Sichere Schlüsse aus Feldversuchen sind daher meistens erst nach langjährigen Versuchen möglich.

Anders bei Topfversuchen, welche sich zur Lösung dieser Frage vorzüglich eignen. Die Menge des in einem Topfe von einer bestimmten Bodenmasse absorbierten Kaliums

wird natürlich stets eine andere sein, als auf dem Felde, denn die bei gleichartigen Feld- und Topfversuchen erhaltenen Wirkungen irgend einer Maßnahme sind nun einmal wegen der verschiedenen Wachstumsbedingungen inbezug auf ihre Größe nicht unmittelbar miteinander vergleichbar. Für die vorliegende Arbeit kommt es aber auf die Größe dieser Wirkungen in erster Linie gar nicht an; es handelt sich hier vielmehr darum, Gesetzmäßigkeiten zu finden, nach denen die Kalibindung bzw. Kaliabgabe im Boden erfolgt. Für bestimmte Ackerstücke ist dann in jedem Einzelfalle zu prüfen, ob die etwa erforderlichen Vorbedingungen vorhanden sind oder nicht. Die Untersuchungen erstrecken sich auf die Jahre 1904 bis 1906 und wurden ausgeführt mit Bodenproben, welche den einzelnen Parzellen unserer Versuchsfelder entnommen waren.

Als Versuchspflanze wurden Raygras und Zichorie gewählt.

Bei Feldversuchen hatten wir festgestellt, daß, wenn man auf unserem Boden mit einem Kaligehalt von 0,2 bis 0,3 % (in heißer 10%iger Salzsäure löslich) die Düngung mit Kalium mehrere Jahre hintereinander unterließ, die Erträge bedeutend sanken. Bald wurde bei dauerndem Unterlassen der Kalidüngung der Kalimangel so groß, daß alle Pflanzen, besonders Kartoffeln und Rüben, den Kalimangel durch die bekannten äußeren Mangelerscheinungen stets auf das deutlichste anzeigten.

Als nach zehnjähriger Versuchsdauer derartige Kalimangelparzellen wieder mit Kali gedüngt wurden, hatte eine solche Düngung anfänglich gar keine Wirkung. Die Mangelerscheinungen traten trotz der Kaligabe mit unverminderter Stärke auf, was darauf schließen ließ, daß in einem durch längere Unterlassung der Kalidüngung kaliarm gewordenen Boden das jetzt in der Düngung gegebene Kalium in der ersten Zeit so fest gebunden wurde, daß die Pflanzen es nicht oder nur teilweise aufnehmen konnten. Bemerkt sei, daß der durch heiße 10%ige Salzsäure ermittelte Kaligehalt einer solchen Parzelle (B 1) vor Beginn des Versuchs 0,285 %, nach vierzehnjähriger Unterlassung der Kalidüngung 0,247 % betrug, daß also eine derartige Bodenuntersuchung in keiner Weise Aufschluß darüber gab, ob etwa eine Kalidüngung notwendig sei oder nicht.

Diese Beobachtungen, welche nach mancher Richtung hin mit andern auf diesem Gebiete gemachten Erfahrungen übereinstimmten, waren die Veranlassung zu den folgenden Versuchen.

Raygras 1904.

(Tabelle 1a, 1b und 1c).

1. Parzelle B 1, Gefäßversuche Nr. 2201 bis 2212.

Parzelle B 1 erhielt von 1891 bis 1904 niemals eine Kalidüngung in Form von Handelsdünger, 1891 und 1895 aber eine Stallmistdüngung von 120 Ztr. auf ¼ ha und 1901 Gründüngung. Im Jahre 1904 enthielt diese Parzelle 0,247 % K_2O und 0,045 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 6,766 kg trockene Erde.

Der Wassergehalt des Bodens betrug bis zum 22. Juni überall 13 %, wurde aber dann bis zur Ernte erhöht, und zwar bei

Nr. 2201 bis 2206 . . . . auf 18 %
„ 2207 „ 2212 . . . . „ 15 „

Alle Gefäße erhielten eine reiche Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung, nämlich 0,840 g N und 0,284 g P_2O_5, außerdem aber

Nr. 2201, 2202, 2207, 2208 . . . . kein Kali
„ 2203, 2204, 2209, 2210 . . . . 0,155 g K_2O
„ 2205, 2206, 2211, 2212 . . . . 0,776 g K_2O

Diese Kalimengen wurden hier und bei allen anderen in diesem Abschnitt behandelten Versuchen aus folgenden Gründen gegeben.

Wie wir vorher auseinandergesetzt haben, wurden die Bodenproben mit einem Bohrer derart dem Acker entnommen, daß die erhaltenen Proben einer bestimmten Tiefe und einer bestimmten Bodenoberfläche entsprachen.

Die Menge der gegebenen Düngung läßt sich also genau auf eine größere Fläche, z. B. auf ¼ ha, umrechnen. Jedes Gefäß erhielt hier 2,7 solcher Bohrerfüllungen. Rechnen wir die Kaligaben von 0,155 g und 0,776 g in der angegebenen Weise um, so entspricht die erste einer Düngung von 1 Ztr., die andere einer solchen von 5 Ztr. 40%igem Kalisalz oder von 3 und 15 Ztr. Kainit auf ¼ ha. Wir haben diese Verhältnisse nicht gewählt, um später die erhaltenen Ernteergebnisse in ähnlicher Weise umrechnen zu wollen — das würde natürlich ganz unzulässig sein —, sondern nur, um mit einer Kalidüngung und einer Konzentration der Nährlösung zu arbeiten, welche annähernd den Verhältnissen der Praxis entsprechen.

Aussaat am 1. Juni. Entwicklung der Pflanzen anfangs gleichmäßig. Nach Veränderung der Bodenfeuchtigkeit blieben Nr. 2207 bis 2212 aber hinter Nr. 2201 bis 2206 zurück. Am 25. Juli wurden alle mit 5 cm langer Stoppel geschnitten. Hierauf erfolgte sofort wieder kräftiges Wachstum, aber Nr. 2207 bis 2212 mit der geringeren Bodenfeuchtigkeit blieben gegen Nr. 2201 bis 2206 dauernd bis zu der am 18. Oktober erfolgten Ernte mit dunkelgrüner Farbe zurück.

Ergebnisse. Aus den Zahlen der Tabelle erkennen wir, daß die Ernte sowohl des oberirdischen Teiles, als auch der ganzen Pflanze durch die verschiedenen Kalidüngungen nur unwesentlich gesteigert ist, und zwar bei größerer und geringerer Bodenfeuchtigkeit. Im letzteren Falle sind die Gesamternten stets um 10 bis 20 % gesunken, doch trifft die Erniedrigung in der Hauptsache die Wurzeln, nur unwesentlich den oberirdischen Teil. Bei viel Wasser im Boden steigt prozentisch die Menge des oberirdischen Teiles in der ganzen Pflanze, bei weniger Wasser findet ein geringes Sinken statt. Doch wir wollen die Wirkung des Wassers, soweit es die Löslichmachung des Kaliums und das Pflanzenwachstum direkt betrifft, in diesem Abschnitte außer acht lassen und das Wasser nur soweit berücksichtigen, als sich zwischen ihm und der etwaigen Kalibindung im Boden ein Zusammenhang erkennen läßt. Die diesbezüglichen Zahlen haben wir der leichten Übersichtlichkeit wegen auf Tabelle 1c besonders zusammengestellt. Darnach ist bei hoher Bodenfeuchtigkeit (Nr. 2201 bis 2212) aufgenommen worden:

ohne Kalidüngung . . . . 0,614 g K_2O
bei Zugabe von 0,155 g K_2O . . . . 0,688 „ „
„ „ „ 0,776 „ „ . . . . 0,943 „ „

Die Kaliaufnahmen verhalten sich also wie 65 : 73 : 100.

Nimmt man an, daß 0,614 g K_2O, welche ohne Kalidüngung erhalten wurden, auch in den beiden andern Fällen dem Boden entnommen sind, so muß die Mehraufnahme der Düngung entstammen. Nr. 2203 und 2204 haben darnach 48 %,

Tabelle 1 a.

Raygras 1904.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil von der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2201	Erde von Solvay-Feld B 1	—	18	12,98	13,27	12,32	12,68	25,30	25,94	55,11	50,72	80,81	76,66	31,46	33,96	51,30	51,14	22,65	23,44	282	306
2202	desgl.	—	18	13,55		13,03		26,58		46,32		72,90		36,46		50,98		24,22		332	
2203	desgl.	0,155	18	15,60	15,32	12,76	12,66	28,36	27,98	58,69	50,56	87,05	78,53	32,58	36,00	55,01	54,76	26,41	26,61	303	339
2204	desgl.	0,155	18	15,04		12,55		27,59		42,42		70,01		39,41		54,51		26,80		383	
2205	desgl.	0,776	18	14,13	14,63	14,68	14,87	28,81	29,50	47,61	50,76	76,42	80,25	37,70	36,80	49,05	49,59	24,55	25,33	321	316
2206	desgl.	0,776	18	15,13		15,05		30,18		53,90		84,08		35,89		50,13		26,11		311	
2207	desgl.	—	15	12,41	12,94	13,87	13,84	26,28	26,78	39,28	40,11	65,56	66,89	40,09	40,04	47,22	48,30	19,85	20,18	303	302
2208	desgl.	—	15	13,47		13,81		27,28		40,93		68,21		39,99		49,38		20,50		301	
2209	desgl.	0,155	15	11,29	11,56	11,35	12,22	22,64	23,77	37,26	39,86	59,90	63,63	37,80	37,39	49,87	48,67	20,80	18,95	347	298
2210	desgl.	0,155	15	11,82		13,08		24,90		42,46		67,36		36,97		47,47		17,10		254	
2211	desgl.	0,776	15	12,55	12,50	13,71	13,86	26,26	26,36	48,78	43,58	75,04	69,93	34,99	37,90	47,79	47,41	19,65	18,53	262	265
2212	desgl.	0,776	15	12,44		14,01		26,45		38,37		64,82		40,81		47,03		17,41		269	
2213	Erde von Solvay-Feld B 3	—	18	15,95	16,60	17,38	17,44	33,33	34,04	54,14	50,42	87,47	84,46	38,10	40,38	47,85	48,74	24,25	23,85	277	282
2214	desgl.	—	18	17,24		17,50		34,74		46,70		81,44		42,66		49,63		23,45		288	
2215	desgl.	0,155	18	19,32	18,16	16,28	14,66	35,60	32,82	50,12	53,20	85,72	85,92	41,53	38,21	54,27	55,43	24,70	23,63	288	275
2216	desgl.	0,155	18	17,00		13,04		30,04		56,07		86,11		34,89		56,59		22,55		262	
2217	desgl.	0,776	18	14,63	14,59	11,98	13,54	26,61	28,13	39,17	44,76	65,78	72,89	40,45	38,75	54,98	52,04	22,65	22,49	344	309
2218	desgl.	0,776	18	14,55		15,09		29,64		50,35		79,99		37,05		49,09		22,33		279	

Tabelle 1 a. (Fortsetzung). **Raygras 1904.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil von der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2219	Erde von Solvay-Feld B 3	—	15	13,22	13,48	15,15	13,47	28,37	26,95	42,89	44,56	71,26	71,51	39,81	37,69	46,60	50,20	20,81	21,61	292	302
2220	desgl.	—	15	13,73		11,79		25,52		46,23		71,75		35,57		53,80		22,40		312	
2221	desgl.	0,155	15	12,96	13,27	13,71	13,85	26,67	27,12	41,18	39,15	67,85	66,26	39,31	40,97	48,59	48,93	20,05	21,28	296	321
2222	desgl.	0,155	15	13,58		13,98		27,56		37,11		64,67		42,62		49,27		22,50		348	
2223	desgl.	0,776	15	13,53	13,25	13,76	13,37	27,29	26,11	45,94	42,09	73,23	68,70	37,27	38,84	49,58	49,78	23,40	22,18	320	323
2224	desgl.	0,776	15	12,96		12,97		25,93		38,23		64,16		40,41		49,98		20,95		327	
2225	Erde von Solvay-Feld B 5	—	18	12,75	12,50	13,76	14,76	26,51	27,26	40,94	42,16	67,45	69,42	39,30	39,27	48,10	45,92	24,70	25,50	366	367
2226	desgl.	—	18	12,25		15,76		28,01		43,38		71,39		39,24		43,73		26,30		368	
2227	desgl.	0,155	18	12,81	13,31	14,83	14,34	27,64	27,65	41,48	38,94	69,12	66,59	39,99	41,59	46,35	48,14	26,35	25,03	381	376
2228	desgl.	0,155	18	13,81		13,85		27,66		36,39		64,05		43,19		49,93		23,70		370	
2229	desgl.	0,776	18	15,94	15,86	16,57	16,81	32,51	32,66	42,84	45,74	75,35	78,40	43,15	41,72	49,03	48,55	22,25	22,13	295	282
2230	desgl.	0,776	18	15,77		17,04		32,81		48,63		81,44		40,29		48,06		22,00		270	
2231	desgl.	—	15	13,89	13,56	13,87	13,71	27,76	27,26	28,36	29,71	56,12	56,97	49,47	47,88	50,04	49,72	21,41	20,76	382	364
2232	desgl.	—	15	13,22		13,54		26,76		31,06		57,82		46,28		49,40		20,10		348	
2233	desgl.	0,155	15	12,97	12,95	14,26	14,85	27,23	27,80	33,06	33,04	60,29	60,83	45,17	45,69	47,63	46,60	19,37	23,54	321	387
2234	desgl.	0,155	15	12,92		15,44		28,36		33,01		61,37		46,21		45,56		27,70		451	
2235	desgl.	0,776	15	14,66	15,30	14,84	14,84	29,50	30,14	33,07	37,68	62,57	67,82	47,15	44,69	49,69	50,74	19,42	19,56	310	288
2236	desgl.	0,776	15	15,94		14,84		30,78		42,29		73,07		42,12		51,79		19,70		270	

Tabelle 1b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	Gegeben K_2O g	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2201	Erde von Solvay-Feld B 1	—	18	1,60	1,73	1,66	0,36	0,80	0,212	0,219	0,431	0,183	0,614
2202	desgl.	—	18										
2203	desgl.	0,155	18	1,61	1,89	1,74	0,40	0,88	0,247	0,239	0,486	0,202	0,688
2204	desgl.	0,155	18										
2205	desgl.	0,776	18	3,18	1,88	2,53	0,39	1,18	0,465	0,280	0,745	0,198	0,943
2206	desgl.	0,776	18										
2207	desgl.	—	15	1,63	1,22	1,42	0,35	0,78	0,211	0,169	0,380	0,140	0,520
2208	desgl.	—	15										
2209	desgl.	0,155	15	2,21	1,65	1,92	0,41	0,97	0,255	0,202	0,457	0,163	0,620
2210	desgl.	0,155	15										
2211	desgl.	0,776	15	3,51	1,97	2,70	0,59	1,39	0,439	0,273	0,712	0,257	0,969
2212	desgl.	0,776	15										
2213	Erde von Solvay-Feld B 3	—	18	2,21	1,22	1,70	0,48	0,97	0,367	0,213	0,580	0,242	0,822
2214	desgl.	—	18										
2215	desgl.	0,155	18	2,20	1,34	1,82	0,41	0,95	0,400	0,196	0,596	0,218	0,814
2216	desgl.	0,155	18										
2217	desgl.	0,776	18	3,36	1,46	2,45	0,51	1,26	0,490	0,198	0,688	0,228	0,916
2218	desgl.	0,776	18										
2219	desgl.	—	15	1,38	1,35	1,37	0,32	0,71	0,186	0,182	0,368	0,143	0,511
2220	desgl.	—	15										
2221	desgl.	0,155	15	1,97	1,51	1,73	0,39	0,94	0,261	0,209	0,470	0,153	0,623
2222	desgl.	0,155	15										
2223	desgl.	0,776	15	3,19	2,12	2,70	0,54	1,36	0,423	0,283	0,706	0,227	0,933
2224	desgl.	0,776	15										
2225	Erde von Solvay-Feld B 5	—	18	2,28	1,73	1,98	0,38	1,01	0,285	0,255	0,540	0,160	0,700
2226	desgl.	—	18										
2227	desgl.	0,155	18	2,42	1,70	2,05	0,53	1,16	0,322	0,244	0,566	0,205	0,771
2228	desgl.	0,155	18										
2229		0,776	18	3,65	1,80	2,70	0,72	1,54	0,579	0,303	0,882	0,329	1,211
2230	desgl.	0,776	18										
2231	desgl.	—	15	1,80	1,49	1,64	0,38	0,98	0,244	0,204	0,448	0,113	0,561
2232	desgl.	—	15										
2233	desgl.	0,155	15	2,28	1,57	1,90	0,32	1,04	0,295	0,233	0,528	0,106	0,634
2234	desgl.	0,155	15										
2235	desgl.	0,776	15	3,35	3,08	3,22	0,35	1,63	0,513	0,457	0,970	0,132	1,102
2236	desgl.	0,776	15										

1904.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
3,22	1,90	2,58	0,92	1,48	0,427	0,241	0,668	0,467	1,135	49,19	70,20	63,92	58,85
2,75	3,93	3,28	0,46	1,47	0,421	0,498	0,919	0,233	1,152	50,82	70,64	45,81	79,77
1,02	0,40	0,71	0,38	0,50	0,149	0,059	0,208	0,193	0,401	62,42	79,00	71,63	51,87
1,82	0,95	1,37	0,42	0,80	0,235	0,131	0,366	0,170	0,536	58,63	72,28	63,44	68,38
2,04	0,95	1,48	0,42	0,82	0,236	0,116	0,352	0,168	0,520	55,94	61,08	65,63	57,09
2,67	1,41	2,01	0,48	1,06	0,334	0,195	0,529	0,209	0,738	61,66	73,48	63,14	71,68
3,26	0,50	1,84	0,61	1,11	0,541	0,087	0,628	0,308	0,936	63,28	70,56	86,15	67,09
1,83	0,49	1,23	0,57	0,82	0,332	0,072	0,404	0,303	0,707	67,11	73,22	82,18	57,14
1,09	1,69	1,38	0,49	0,83	0,159	0,229	0,388	0,219	0,607	71,22	75,11	40,98	63,92
4,47	0,64	2,56	0,48	1,26	0,603	0,086	0,689	0,214	0,903	50,54	72,02	87,52	76,30
1,86	0,59	1,21	0,40	0,73	0,247	0,082	0,329	0,157	0,486	55,53	75,44	75,08	67,70
2,30	0,89	1,62	0,60	0,99	0,305	0,119	0,424	0,253	0,677	59,92	75,67	71,93	62,63
2,40	1,46	1,89	0,47	1,03	0,300	0,215	0,515	0,198	0,713	52,78	77,14	58,25	72,23
1,28	0,63	0,94	0,55	0,71	0,170	0,090	0,260	0,214	0,474	56,63	70,63	61,11	52,02
0,89	0,40	0,64	0,58	0,60	0,141	0,067	0,208	0,265	0,473	65,65	72,83	67,79	43,97
1,51	0,67	1,09	0,39	0,72	0,205	0,092	0,297	0,116	0,413	54,46	79,86	69,02	71,91
1,41	0,51	0,93	0,22	0,55	0,183	0,076	0,259	0,073	0,332	55,87	83,28	70,66	78,01
1,39	0,42	0,91	0,29	0,57	0,213	0,062	0,275	0,109	0,384	52,89	88,02	77,45	71,61

Tabelle 1 c.

Raygras 1904.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nummer	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Aufgenommen Kali (K_2O)											
				in der ganzen Pflanze			im oberirdischen Teil			im I. Schnitt			im II. Schnitt		
				im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen	
		g	%	g	g	%	g	g	%	g	g	%	g	g	%
2201/02	Erde von Solvay-Feld B 1	—	18	0,614	—	—	0,431	—	—	0,212	—	—	0,219	—	—
2203/04	desgl.	0,155	18	0,688	0,074	48	0,486	0,055	35	0,247	0,035	23	0,239	0,020	13
2205/06	desgl.	0,776	18	0,943	0,329	42	0,745	0,314	40	0,465	0,253	32	0,280	0,061	8
2207/08	desgl.	—	15	0,520	—	—	0,380	—	—	0,211	—	—	0,169	—	—
2209/10	desgl.	0,155	15	0,620	0,100	65	0,457	0,077	50	0,255	0,044	28	0,202	0,033	21
2211/12	desgl.	0,776	15	0,969	0,464	60	0,712	0,347	45	0,439	0,225	29	0,273	0,122	16
2213/14	Erde von Solvay-Feld B 3	—	18	0,822	—	—	0,580	—	—	0,367	—	—	0,213	—	—
2215/16	desgl.	0,155	18	0,814	−0,008	−5	0,596	0,016	10	0,400	0,033	21	0,196	−0,017	−11
2217/18	desgl.	0,776	18	0,916	0,094	12	0,688	0,108	14	0,490	0,123	16	0,198	−0,015	−2
2219/20	desgl.	—	15	0,511	—	—	0,368	—	—	0,186	—	—	0,182	—	—
2221/22	desgl.	0,155	15	0,623	0,112	72	0,470	0,102	66	0,261	0,075	48	0,209	0,027	18
2223/24	desgl.	0,776	15	0,933	0,422	54	0,706	0,338	44	0,423	0,237	31	0,283	0,101	13
2225/26	Erde von Solvay-Feld B 5	—	18	0,700	—	—	0,540	—	—	0,285	—	—	0,255	—	—
2227/28	desgl.	0,155	18	0,771	0,071	45	0,566	0,026	17	0,322	0,037	24	0,244	−0,011	−7
2229/30	desgl.	0,776	18	1,211	0,511	66	0,882	0,342	44	0,579	0,294	38	0,303	0,048	6
2231/32	desgl.	—	15	0,561	—	—	0,448	—	—	0,244	—	—	0,204	—	—
2233/34	desgl.	0,155	15	0,634	0,073	47	0,528	0,080	52	0,295	0,051	33	0,233	0,029	19
2235/36	desgl.	0,776	15	1,102	0,541	70	0,970	0,522	67	0,513	0,269	35	0,457	0,253	32

Nr. 2205 und 2206 aber nur 42 % des in der Düngung gegebenen Kaliums aufgenommen. Weshalb ist die Kalidüngung so schlecht ausgenutzt worden? Im zweiten Falle, bei der Düngung mit 0,776 g K_2O, könnte die starke Kalidüngung daran schuld sein; doch die Menge des im Boden und in der Düngung zusammen enthaltenen Kalis ist nicht so groß, als daß sie nicht besser hätte ausgenutzt werden können. Im ersten Falle aber, also bei der schwachen Kalidüngung, ist die gegebene Kalimenge so gering, daß sie, wenn das Kalium den Pflanzen in löslicher Form zur Verfügung gestanden hätte, unter allen Umständen besser ausgenutzt werden mußte, da im übrigen alle Bedingungen für ein gedeihliches Wachstum gegeben waren.

Es liegt also die Annahme nahe, daß der nicht aufgenommene Teil des Düngekalis ganz oder bei der starken Düngung wenigstens teilweise vom Boden gebunden, d. h. in schwerlösliche Verbindungen übergeführt worden ist.

Bei geringerer Bodenfeuchtigkeit (Nr. 2207 bis 2212) wurden aufgenommen:

ohne Kalidüngung	0,520 g K_2O
bei Zugabe von 0,155 g K_2O	0,620 g „
„ „ „ 0,776 g „	0,969 g „

Die Kaliaufnahmen verhalten sich also zu einander wie 54 : 64 : 100.

Wenn wir bei der Gegenüberstellung dieser Zahlen wieder so verfahren, wie bei den vorigen Versuchen, so finden wir, daß bei Zugabe von 0,155 g Kali 35 % vom Boden absorbiert sind: die andern 65 % — gegen 48 % im vorigen Versuche — wurden von den Pflanzen aufgenommen. Von den gegebenen 0,776 g K_2O wurden hier 60 % gegenüber 42 % bei dem vorigen Versuche aufgenommen; in beiden Fällen hat also dieses Mal eine geringere Absorption stattgefunden.

Es würde sich hieraus der Grundsatz ergeben, daß in einem Boden, welcher durch seine Zusammensetzung die Vorbedingungen für eine Kalibindung bietet, diese bei größerer Bodenfeuchtigkeit in höherem Maße erfolgt, als bei geringerer. Dieser Grundsatz entspricht aber durchaus dem allgemeinen Grundgesetze, daß Stoffe nur dann chemische Verbindungen miteinander eingehen, wenn sie in gelöstem Zustande vorhanden sind. Natürlich konnte die größere Bodenfeuchtigkeit auch zu einer gleichmäßigeren Verteilung des Kaliums im Boden beitragen und so die Kalibindung erleichtern.

In ähnlicher Weise, wie es oben geschehen ist, läßt sich nun auch berechnen, wieviel von dem gegebenen Kalium vom oberirdischen Teil bzw. vom ersten oder zweiten Schnitte aufgenommen ist. Bei diesen Berechnungen stoßen wir auf ganz ähnliche Verschiedenheiten wie bei der ganzen Pflanze, erhalten aber zugleich einigen Aufschluß darüber, wie die Kaliaufnahme über die Wachstumszeit hin verteilt ist. Ist reiche Bodenfeuchtigkeit vorhanden, so nehmen die Pflanzen die Hauptmenge des gegebenen Kaliums schon im ersten Schnitte auf, später nur noch weniger; bei geringerer Bodenfeuchtigkeit ist diese Aufnahme gleichmäßiger über den ersten und zweiten Schnitt verteilt.

2. Parzelle B 3, Gefäßversuche Nr. 2213 bis 2224.

Parzelle B 3 erhielt von 1891 bis 1904 weder Kali- noch Stallmistdüngung und zeigte im Jahre 1904 einen Gehalt von 0,251 % K_2O und 0,050 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes 6,903 kg trockene Erde.

Wassergehalt des Bodens in allen Gefäßen bis zum 22. Juni 12,6 %, von diesem Tage ab bis zur Ernte erhöht in:

Nr. 2213 bis 2218	auf 18%
„ 2219 „ 2224	„ 15 „

Alle Gefäße erhielten wie vorher eine Stickstoffdüngung von 0,840 g N und eine Phosphorsäuregabe von 0,284 g P_2O_5, außerdem:

Nr. 2213/14, 2219/20	kein Kali
„ 2215/16, 2221/22	0,155 g Kali (K_2O)
„ 2217/18, 2223/24	0,776 g „ „

Aussaat am 1. Juni. Die Pflanzen entwickelten sich von Anfang an fast genau so wie die des vorigen Versuches, auch hier bewirkten die verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten dieselben Wachstumsverschiedenheiten wie dort, so daß sich äußerlich Unterschiede zwischen diesem und dem vorigen Versuche nicht feststellen ließen. Der erste Schnitt und die Ernte erfolgten wie vorher am 25. Juli und 18. Oktober.

Ergebnisse. Durch die verschiedenen Kalidüngungen wurde in diesem Versuche die Ernte im allgemeinen nicht erhöht, sondern sogar fast stets etwas erniedrigt, und zwar bei 18 und 15 % Bodenfeuchtigkeit. Wir verweisen auf die Zahlen der Tabelle 1a und wollen uns sogleich wieder der Kaliaufnahme zuwenden.

Bei 18 % Bodenfeuchtigkeit wurden aufgenommen von:

Nr. 2213/14	0,822 g K_2O
„ 2215/16	0,814 g „
„ 2217/18	0,916 g „

Die Kaliaufnahmen verhalten sich also zueinander wie 90 : 89 : 100. Nehmen wir nun wieder an, daß in jedem der drei Fälle 0,822 g K_2O dem Boden entnommen wurden, so ergibt sich, daß bei schwacher Kalidüngung (Nr. 2215/16) von dem gegebenen nichts, bei starker Kaligabe (Nr. 2217/18) nur 12 % vom gegebenen aufgenommen sind. Daß bei einer Düngung mit 0,155 g K_2O in der Ernte 8 mg weniger gefunden wurden, als ohne Kalidüngung, liegt im Bereich der Analysenfehlergrenze. Wir haben hier also den Fall, daß in einem Boden, welcher 13 Jahre hindurch in keiner Form eine Kalidüngung erhalten hatte, im vierzehnten Jahre eine schwache Kalidüngung, welche einer Felddüngung von 1 Ztr. 40%igem Kalisalz oder 3 Ztr. Kainit auf ¼ ha entspricht, vom Boden völlig absorbiert wird und von den Pflanzen nicht ausgenutzt werden kann, während bei der fünffachen Düngung noch mindestens ein sehr erheblicher Teil im Boden fest gebunden wird. Man bedenke, daß bei dem vorigen Versuche unter sonst ganz gleichen Verhältnissen von der ebenso großen Düngung 42 % (hier nur 12 %) ausgenutzt wurden.

Bei 15 % Bodenfeuchtigkeit wurden aufgenommen von:

Nr. 2219/20	0,511 g K_2O
„ 2221/22	0,623 g „
„ 2223/24	0,933 g „

oder es verhalten sich die Gesamtkaliaufnahmen zu einander wie 55 : 67 : 100. Von dem gegebenen Kalium wurden in diesem Falle aufgenommen:

bei schwacher Kaligabe	72 %
„ starker „	54 „

Während sich also die beiden Böden B 1 und B 3 bei 18 % Bodenfeuchtigkeit in bezug auf die Kalibindung ziemlich verschieden verhalten, verschwinden die Unterschiede fast ganz bei 15 % Wasser, weil die eine Kalibindung im Boden offenbar beschleunigende Wirkung einer größeren Wassermenge hier in Fortfall kommt.

Wenn wir die aus der Düngung aufgenommenen Kalimengen auf die einzelnen Pflanzenteile berechnen, so kommen wir wieder zu ähnlichen Ergebnissen wie bei dem vorigen Versuche.

3. Parzelle B 5, Gefäßversuche Nr. 2225 bis 2236.

Parzelle B 5 war genau so behandelt wie Parzelle B 1, wir verweisen daher hier auf die S. 16 gemachten Ausführungen. In diesem Boden wurden im Jahre 1904 gefunden 0,295 % K_2O und 0,090 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 6,791 g trockene Erde.

Bis zum 22. Juni betrug der Wassergehalt in allen Gefäßen 12,7 %, wurde jedoch von diesem Tage ab erhöht in:

Nr. 2225 bis 2230	auf 18 %
„ 2231 „ 2236	„ 15 „

Wiederum erhielten alle Gefäße wie bei den vorigen Versuchen eine Düngung von 0,840 g Stickstoff (N) und 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5); außerdem:

Nr. 2225/26, 2231/32	kein Kali
„ 2227/28, 2233/34	0,155 g Kali (K_2O)
„ 2229/30, 2235/36	0,776 g „ „

Aussaat am 1. Juni. Das Wachstum verlief wieder, wie vorher geschildert wurde, so daß sich also alle diese Versuche äußerlich in keiner Weise voneinander unterschieden. Erster Schnitt und Ernte wie vorher.

Ergebnisse. In diesem Versuche wurden bei größerer und geringerer Bodenfeuchtigkeit die Ernten im allgemeinen stets, allerdings nur um sehr geringe Mengen, erhöht, wie aus der Tabelle zu ersehen ist.

In bezug auf die Kaliaufnahme verhält sich der Boden dieser Parzelle etwas anders als Parzelle B 1.

Bei 18 % Bodenfeuchtigkeit wurden aufgenommen von:

Nr. 2225/26	0,700 g Kali (K_2O)
„ 2227/28	0,771 g „ „
„ 2229/30	1,211 g „ „

Die Kaliaufnahmen verhalten sich also zueinander wie 58 : 64 : 100.

Von dem gegebenen Kalium wurden aufgenommen bei schwacher Kalidüngung 45 %, bei starker 66 %.

Bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit von 15 % wurden im ganzen aufgenommen von:

Nr. 2231/32	0,561 g Kali (K_2O)
„ 2233/34	0,634 g „ „
„ 2235/36	1,102 g „ „

oder die aufgenommenen Kalimengen verhielten sich wie 51 : 58 : 100

Von dem gegebenen Kali wurden wiedergefunden:

bei schwacher Kalidüngung . . . . . . 0,073 g = 47 %
bei starker „ . . . . 0,541 g = 70 „

also wieder ist die Absorption durch den Boden bei wenig Bodenfeuchtigkeit etwas geringer gewesen, wenngleich dieses hier nur sehr wenig hervortritt.

Raygras 1905.

(Tabelle 2a, 2b und 2c.)

1. Parzelle B 3, Gefäßversuche Nr. 2201 bis 2212.

Parzelle B 3 war also seit 1891 kalilos bewirtschaftet, hatte auch niemals eine Stallmistdüngung erhalten. Im Jahre 1905 wurden in diesem Boden gefunden 0,244 % K_2O und 0,044 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 7,919 kg trockene Erde.

Bis zum 12. Mai betrug der Wassergehalt in allen Gefäßen 12,5 %, wurde aber dann erhöht, und zwar in Nr. 2201 bis 2206 auf 18 %, in Nr. 2207 bis 2212 auf 15 % und blieb so bis zur Ernte.

Jeder Versuch erhielt eine Grunddüngung von 1,120 g Stickstoff (N) in Form von Kalziumnitrat und 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5) als Bikalziumphosphat, außerdem aber erhielten in derselben Weise wie im Jahre 1904

Nr. 2201/02, 2207/08 . . . . kein Kali,
„ 2203/04, 2209/10 . . . . 0,155 g Kali (K_2O),
„ 2205/06, 2211/12 . . . . 0,776 g „ „

in Form von Chlorkalium.

Aussaat am 17. April. Aufgang regelmäßig.

Alle Töpfe entwickelten sich sehr üppig. Ende Mai, also einige Zeit, nachdem der Wassergehalt des Bodens auf die beabsichtigte Höhe gebracht war, wurde bemerkt, daß bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit die Pflanzen deutlich zurückgeblieben waren. Die verschiedenen Kalidüngungen übten Mitte Juni auf die Pflanzen äußerlich gar keinen Einfluß aus.

Nach dem am 15. Juli erfolgten ersten Schnitte setzte sofort wieder kräftiges Wachstum ein; aber jetzt verwischten sich auch die Unterschiede, welche früher durch die verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten hervorgerufen waren, so daß nun alle Töpfe bis zum Schlusse einen äußerlich gleichen Pflanzenbestand zeigten. Ernte am 26. September.

Ergebnisse. Bei der größeren Bodenfeuchtigkeit steigt die Gesamternte etwas mit der Kalidüngung, nämlich von 95 bis zu 100 %; bei der geringeren erntete man in allen drei Fällen fast die gleiche Menge. Auf den oberirdischen Teil berechnet, findet zugleich mit der Kalidüngung stets eine, allerdings nur sehr geringe, Erhöhung der Ernte statt. Der oberirdische Teil beträgt stets 42 bis 44 % der ganzen Pflanze; vom oberirdischen Teil wurden im ersten Schnitte gewonnen bei viel Wasser 35 bis 37 %, bei wenig Wasser nur 31 bis 32 %.

Die Gesamtkaliaufnahme steigt bei 18 % Bodenfeuchtigkeit infolge der schwachen Kalidüngung nur sehr wenig, nämlich von 72 auf 76 % der bei starker Kaligabe aufgenommenen Menge. Vom gegebenen Kali wurden im ersten Falle nur 26 %, im

zweiten 37 % aufgenommen, es fand also offenbar in beiden Fällen eine ziemlich bedeutende Kalibindung im Boden statt.

Bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit verhielten sich die Gesamtkaliaufnahmen wie 67 : 90 : 100. Also schon bei der kleineren Kalidüngung fand hier den nicht mit Kali gedüngten Gefäßen gegenüber eine bedeutend erhöhte Kaliaufnahme statt, und zwar wurde, wie aus den Zahlen der Tabelle hervorgeht, alles Kalium der schwächeren Düngung — gefunden wurden sogar 136[1]) statt 100 % — aufgenommen. Von der stärkeren Kalidüngung wurden hier allerdings auch nur 39 % aufgenommen, so daß eine ziemlich kräftige Kaliabsorption im Boden stattgefunden haben muß.

Für die Kalientnahme aus dem Boden kommen nur die für die oberirdische Ernte gefundenen Zahlen in Betracht.

Von dem gegebenen Kalium wurden bei schwacher und starker Kalidüngung von dem Raygras ohne Wurzeln aufgenommen:

bei 18 % Bodenfeuchtigkeit	48	und	33 %,
„ 15 „ „	46	„	27 „

also bei starker Düngung stets weniger als bei schwacher; bei der starken Kalidüngung war offenbar das Kalium stets im Überschusse vorhanden. Der Wassergehalt des Bodens war jedoch bei ein und derselben Düngung ohne großen Einfluß. Dieser letzte Befund scheint im Widerspruche zu stehen mit den Ergebnissen des Jahres 1904, in welchen bei geringerer Bodenfeuchtigkeit stets eine schwächere Kalibindung im Boden und daher eine bessere Ausnutzung des gegebenen Kaliums beobachtet wurde.

Bei den Versuchen 1904 mit dem Boden derselben Parzelle B 3 wurden durch das Raygras ohne Wurzeln von dem gegebenen Kalium aufgenommen:

bei 18 % Bodenfeuchtigkeit	10	und	14 %,
„ 15 „ „	66	„	44 „

also bei reichlichem Wassergehalt des Bodens erheblich weniger, bei geringerem Wassergehalt erheblich mehr als im Jahre 1905. Wie sind diese anscheinend sich widersprechenden Zahlen zu erklären? Wir glauben auf folgende Weise: Die Parzellen B 1, B 3 und B 5, welche im Jahre 1904 geprüft wurden, hatten im Jahre 1903 Gerste getragen. Gerste läßt den Boden verhältnismäßig reich an leicht zersetzbaren Kaliverbindungen zurück, was jedenfalls zum großen Teil auf die Rückwanderung des Kaliums in den Boden zurückzuführen ist. Wir verweisen auf die Ausführungen in Abschnitt 4. Die im Jahre 1905 nochmals geprüfte Parzelle B 3 trug im Jahre 1904 Kartoffeln, welche den Boden arm an löslichen Kaliverbindungen zurücklassen, da aus der Kartoffel keine Nährstoffe in den Boden zurückwandern. Der Kaligehalt dieser Parzelle B 3 betrug im Jahre 1891 etwa 0,28 %,[2]) im Jahre 1904: 0,251 %, im Jahre 1905: 0,244 %, hatte sich also, trotzdem die Parzelle niemals mit Kalium gedüngt war und die Ernteerträge infolgedessen bedeutend erniedrigt wurden, in dieser langen Zeit nur wenig geändert.

1) Kontrollanalysen bestätigten dieses Ergebnis, also 36 % müssen noch dem Boden entnommen sein.

2) Parzelle B 3 wurde im Jahre 1891 nicht untersucht, die ganz gleichen Parzellen B 1 und B 5 zeigten jedoch in diesem Jahre Kaligehalte von 0,285 % und 0,294 %.

Tabelle 2 a.

Raygras 1905.

1	2	5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil von der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2201	Erde vom Solvay-Feld B 5	—	18	14,51	14,36	25,89	26,67	40,40	41,03	48,88	54,52	89,28	95,55	45,25	42,94	35,92	35,00	31,50	31,70	353	332
2202	desgl.	—	18	14,20		27,45		41,65		60,16		101,81		40,91		34,09		31,90		313	
2203	desgl.	0,155	18	15,48	15,54	24,51	25,93	39,99	41,47	54,27	57,27	94,26	98,74	42,43	42,00	38,71	37,47	31,62	33,22	335	336
2204	desgl.	0,155	18	15,60		27,35		42,95		60,26		103,21		41,61		36,32		34,82		337	
2205	desgl.	0,776	18	15,33	15,39	28,19	28,38	43,52	43,77	53,61	56,67	97,13	100,43	44,81	43,58	35,23	35,16	35,86	35,03	369	349
2206	desgl.	0,776	18	15,44		28,57		44,01		59,72		103,73		42,43		35,08		34,20		330	
2207	desgl.	—	15	12,65	12,34	27,02	26,57	39,67	38,91	55,91	53,45	95,58	92,35	41,50	42,13	31,89	31,71	29,48	28,93	308	313
2208	desgl.	—	15	12,03		26,11		38,14		50,98		89,12		42,80		31,54		28,38		318	
2209	desgl.	0,155	15	12,82	12,92	27,23	27,05	40,05	39,97	48,95	53,87	89,00	93,84	45,00	42,59	32,01	32,32	29,40	28,58	330	305
2210	desgl.	0,155	15	13,02		26,87		39,89		58,79		98,68		40,42		32,64		27,75		281	
2211	desgl.	0,776	15	12,16	12,61	28,35	27,87	40,51	40,48	53,50	51,99	94,01	92,46	43,09	43,78	30,02	31,15	28,31	28,61	301	309
3212	desgl.	0,776	15	13,05		27,39		40,44		50,47		90,91		44,28		32,27		28,90		318	
2213	Erde vom Solvay-Feld F 3	—	18	14,99	14,79	31,29	31,44	46,28	46,23	69,37	67,19	115,65	113,41	40,02	40,76	32,39	31,99	34,17	32,92	295	290
2214	desgl.	—	18	14,59		31,58		46,17		65,00		111,17		41,53		31,60		31,66		285	
2115	desgl.	0,155	18	15,16	14,53	30,25	29,29	45,41	43,82	63,59	60,51	109,00	104,33	41,66	42,00	33,38	33,16	32,03	31,51	294	302
2216	desgl.	0,155	18	13,90		28,33		42,23		57,42		99,65		42,38		32,91		30,99		311	
2217	desgl.	0,776	18	14,86	14,99	31,32	30,34	46,18	45,33	58,77	56,76	104,95	102,09	44,00	44,40	32,18	33,07	33,45	31,72	319	311
2218	desgl.	0,776	18	15,12		29,36		44,48		54,75		99,23		44,83		33,99		29,98		302	

Tabelle 2a. (Fortsetzung). **Raygras 1905.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil von der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2219	Erde von Solvay-Feld F 3	—	15	12,80	12,51	26,69	27,32	39,49	39,83	52,35	50,18	91,84	90,00	43,00	44,26	32,41	31,41	26,63	27,43	290	305
2220	desgl.	—	15	12,22		27,94		40,16		48,00		88,16		45,55		30,43		28,22		320	
2221	desgl.	0,155	15	13,54	13,09	27,77	27,41	41,31	40,50	54,45	47,90	95,76	88,40	43,14	45,81	32,78	32,32	26,92	27,87	281	315
2222	desgl.	0,155	15	12,63		27,05		39,68		41,35		81,03		48,97		31,83		28,81		356	
2223	desgl.	0,776	15	15,12	14,65	26,90	27,33	42,02	41,98	49,90	48,01	91,92	89,99	45,71	46,65	35,98	34,90	26,71	27,98	291	311
2224	desgl.	0,776	15	14,18		27,75		41,93		46,12		88,05		47,62		33,82		29,24		332	
2225	Erde vom Solvay-Feld H 3	—	18	12,87	13,62	28,97	29,82	41,84	43,44	40,50	47,19	82,34	90,63	50,81	47,93	30,76	31,35	29,55	31,08	359	343
2226	desgl.	—	18	14,37		30,67		45,04		53,87		98,91		45,54		31,90		32,60		330	
2227	desgl.	0,155	18	13,62	13,80	30,17	30,01	43,79	43,80	52,52	49,68	96,31	93,48	45,47	46,85	31,10	31,51	34,75	34,48	361	369
2228	desgl.	0,155	18	13,97		29,84		43,81		46,84		90,65		48,33		31,89		34,20		377	
2229	desgl.	0,776	18	15,30	15,44	28,93	29,21	44,23	44,64	53,82	51,26	98,05	95,90	45,11	46,55	34,59	34,59	32,08	31,75	327	331
2230	desgl.	0,776	18	15,57		29,48		45,05		48,70		93,75		48,05		34,56		31,41		335	
2231	desgl.	—	15	11,99	11,64	27,37	26,71	39,36	38,34	47,63	41,88	86,99	80,22	45,25	47,79	30,46	30,36	26,36	27,06	303	337
2232	desgl.	—	15	11,28		26,04		37,32		36,12		73,44		50,82		30,23		27,76		378	
2233	desgl.	0,155	15	10,75	11,01	30,68	28,28	41,43	39,29	45,90	45,41	87,33	84,70	47,44	46,39	25,95	28,02	26,05	26,34	298	311
2234	desgl.	0,155	15	11,27		25,87		37,14		44,92		82,06		45,26		30,34		26,62		324	
2235	desgl.	0,776	15	11,60	11,67	31,44	30,76	43,04	42,43	58,29	53,72	101,33	96,15	42,48	44,13	26,95	27,50	25,39	25,10	251	261
2236	desgl.	0,776	15	11,74		30,08		41,82		49,14		90,96		45,98		28,07		24,81		273	

Tabelle 2b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	Gegeben K_2O g	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2201	Erde von Solvay-Feld B 5	—	18	2,61	0,88	1,49	0,24	0,78	0,375	0,235	0,610	0,131	0,741
2202	desgl.	—	18										
2203	desgl.	0,155	18	2,95	0,87	1,65	0,17	0,79	0,458	0,226	0,684	0,097	0,781
2204	desgl.	0,155	18										
2205	desgl.	0,776	18	4,09	0,84	1,98	0,29	1,03	0,629	0,238	0,867	0,164	1,031
2206	desgl.	0,776	18										
2207	desgl.	—	15	2,21	0,74	1,21	0,25	0,65	0,273	0,197	0,470	0,134	0,604
2208	desgl.	—	15										
2209	desgl.	0,155	15	2,65	0,83	1,42	0,46	0,87	0,342	0,225	0,567	0,248	0,815
2210	desgl.	0,155	15										
2211	desgl.	0,776	15	3,58	0,83	1,68	0,43	0,98	0,451	0,231	0,682	0,224	0,906
2212	desgl.	0,776	15										
2213	Erde von Solvay-Feld F 3	—	18	3,60	0,89	1,76	0,50	1,02	0,532	0,281	0,813	0,339	1,152
2214	desgl.	—	18										
2215	desgl.	0,155	18	3,68	0,96	1,86	0,48	1,06	0,535	0,281	0,816	0,290	1,106
2216	desgl.	0,155	18										
2217	desgl.	0,776	18	4,36	1,30	2,31	0,44	1,27	0,654	0,394	1,048	0,250	1,298
2218	desgl.	0,776	18										
2219	desgl.	—	15	3,18	1,06	1,73	0,42	1,00	0,398	0,290	0,688	0,211	0,899
2220	desgl.	—	15										
2221	desgl.	0,155	15	3,29	1,21	1,88	0,40	1,08	0,431	0,332	0,763	0,192	0,955
2222	desgl.	0,155	15										
2223	desgl.	0,776	15	4,14	1,34	2,32	0,45	1,32	0,607	0,366	0,973	0,216	1,189
2224	desgl.	0,776	15										
2225	Erde von Solvay-Feld H 3	—	18	2,33	0,97	1,40	0,25	0,80	0,317	0,289	0,606	0,118	0,724
2226	desgl.	—	18										
2227	desgl.	0,155	18	2,54	0,95	1,45	0,24	0,81	0,351	0,285	0,636	0,119	0,755
2228	desgl.	0,155	18										
2229	desgl.	0,776	18	3,69	1,10	2,00	0,22	1,05	0,570	0,321	0,891	0,113	1,004
2230	desgl.	0,776	18										
2231	desgl.	—	15	2,24	0,95	1,34	0,25	0,77	0,261	0,254	0,515	0,105	0,620
2232	desgl.	—	15										
2233	desgl.	0,155	15	2,29	1,14	1,46	0,28	0,83	0,252	0,322	0,574	0,127	0,701
2234	desgl.	0,155	15										
2235	desgl.	0,776	15	3,50	1,33	1,93	0,24	0,98	0,408	0,409	0,817	0,129	0,946
2236	desgl.	0,776	15										

1905.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
1,67	0,07	0,63	0,34	0,46	0,240	0,019	0,259	0,185	0,444	61	82	93	58
1,39	0,22	0,66	0,24	0,42	0,216	0,057	0,273	0,137	0,410	67	88	79	67
0,77	0,15	0,37	0,31	0,34	0,119	0,043	0,162	0,176	0,338	73	84	73	48
1,53	0,18	0,61	0,30	0,43	0,189	0,048	0,237	0,160	0,397	58	78	80	60
1,19	0,14	0,48	0,43	0,45	0,154	0,038	0,192	0,229	0,421	64	71	84	47
1,05	0,12	0,41	0,44	0,43	0,132	0,033	0,165	0,229	0,394	66	75	80	42
1,05	0,13	0,43	0,73	0,61	0,156	0,041	0,197	0,493	0,690	65	71	79	29
0,96	0,15	0,42	0,58	0,51	0,140	0,043	0,183	0,348	0,531	65	73	76	38
0,40	0,12	0,21	0,59	0,42	0,060	0,036	0,096	0,335	0,431	62	81	63	22
1,13	0,13	0,44	0,69	0,58	0,141	0,036	0,177	0,346	0,523	58	77	80	34
0,79	0,13	0,34	0,45	0,40	0,103	0,036	0,139	0,216	0,355	56	80	74	39
0,43	0,10	0,21	0,55	0,39	0,063	0,027	0,090	0,264	0,354	62	82	70	25
1,47	0,17	0,58	0,72	0,65	0,200	0,051	0,251	0,340	0,591	52	84	80	42
1,05	0,14	0,43	0,60	0,52	0,145	0,042	0,187	0,298	0,485	55	84	78	39
0,50	0,15	0,27	0,45	0,37	0,077	0,044	0,121	0,231	0,352	64	89	64	34
1,71	0,24	0,69	0,60	0,64	0,199	0,064	0,263	0,251	0,514	51	83	76	51
1,16	0,25	0,51	0,67	0,59	0,128	0,071	0,199	0,304	0,503	44	82	64	40
0,74	0,16	0,32	0,46	0,40	0,086	0,049	0,135	0,247	0,382	50	86	64	35

Tabelle 2c. Raygras 1905.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nummer	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Aufgenommen Kali (K_2O)											
				in der ganzen Pflanze			im oberirdischen Teil			im I. Schnitt			im II. Schnitt		
				im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen		im ganzen	vom gegebenen	
		g	%	g	g	%	g	g	%	g	g	%	g	g	%
2201/02	Parzelle B 3	—	18	0,741	—	—	0,610	—	—	0,375	—	—	0,235	—	—
2203/04	desgl.	0,155	18	0,781	0,040	26	0,684	0,074	48	0,458	0,083	54	0,226	0,009	—6
2205/06	desgl.	0,776	18	1,031	0,290	37	0,867	0,257	33	0,629	0,254	33	0,238	—0,003	±0
2207/08	desgl.	—	15	0,604	—	—	0,470	—	—	0,273	—	—	0,197	—	—
2209/10	desgl.	0,155	15	0,815	0,211	136	0,567	0,097	46	0,342	0,069	45	0,225	0,028	18
2211/12	desgl.	0,776	15	0,906	0,302	39	0,682	0,212	27	0,451	0,178	23	0,231	0,034	4
2213/14	Parzelle F 3	—	18	1,152	—	—	0,813	—	—	0,532	—	—	0,281	—	—
2215/16	desgl.	0,155	18	1,106	—0,046	—30	0,816	0,003	2	0,535	0,003	2	0,281	±0,000	±0
2217/18	desgl.	0,776	18	1,298	0,146	19	1,048	0,235	30	0,654	0,119	15	0,394	0,113	15
2219/20	desgl.	—	15	0,899	—	—	0,688	—	—	0,398	—	—	0,290	—	—
2221/22	desgl.	0,155	15	0,955	0,056	36	0,763	0,075	48	0,431	0,033	21	0,332	0,042	27
2223/24	desgl.	0,776	15	1,189	0,290	37	0,973	0,285	37	0,607	0,209	27	0,366	0,076	10
2225/26	Parzelle H 3	—	18	0,724	—	—	0,606	—	—	0,317	—	—	0,289	—	—
2227/28	desgl.	0,155	18	0,755	0,031	20	0,636	0,030	19	0,351	0,034	22	0,285	—0,004	—3
2229/30	desgl.	0,776	18	1,004	0,280	36	0,891	0,285	37	0,570	0,253	33	0,321	0,032	4
2231/32	desgl.	—	15	0,620	—	—	0,515	—	—	0,261	—	—	0,254	—	—
2233/34	desgl.	0,155	15	0,701	0,080	52	0,574	0,059	38	0,252	—0,009	—6	0,322	0,068	44
2235/36	desgl.	0,776	15	0,946	0,326	42	0,817	0,302	39	0,408	0,147	19	0,409	0,150	20

Berücksichtigen wir diese Verhältnisse, die in einer Parzelle, welche 14 Jahre lang ganz gleich und ohne Kalidüngung bewirtschaftet war, sicher zum Ausdruck kommen werden, so dürfen wir wohl aus den gefundenen Zahlen folgende Schlüsse ziehen: Im Jahre 1904 nach Gerste war der Boden verhältnismäßig reich an leicht zersetzbaren Kaliverbindungen, infolgedessen nahmen die Pflanzen von dem gegebenen Kalium bei reicher Wassergabe nur wenig, 10 und 14 %, auf, zumal unter diesen Verhältnissen die Kalibindung im Boden jedenfalls reichlich stattfand. Sobald durch Verminderung der Bodenfeuchtigkeit die Kaliabsorption zurückgehalten wurde, konnten 66 und 44 % der Düngung aufgenommen werden.

Im Jahre 1905, nach Kartoffeln, war der Boden sehr arm an leicht aufnehmbaren Kaliverbindungen, die Pflanzen waren vielmehr auf die Düngung angewiesen und nahmen daher bei großer Bodenfeuchtigkeit 48 und 33 % des gegebenen Kaliums auf. In diesem außerordentlich nach Kali hungernden Boden konnte daher auch durch Wassermangel die Kaliaufnahme durch die Pflanzen kaum gesteigert werden, die Kalibindung im Boden fand hier in gleicher Weise statt. Bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit wurden 46 und 27 % des gegebenen Kaliums dem Boden entzogen. Berücksichtigen muß man hierbei außerdem, daß das Jahr 1904 außerordentlich trocken, das Jahr 1905 mit seinen reichen Ernten ziemlich regenreich war. Halten wir nun auch den Regen von unseren Gefäßen ab, so müssen wir doch mit der größeren Luftfeuchtigkeit stets rechnen, und diese möchte vielleicht auch dazu beitragen, die Kalibindung bei größerer oder geringerer Bodenfeuchtigkeit in gewisser Weise auszugleichen. Ob aber diese Deutung der Zahlen ausreicht, ob nicht noch andere Verhältnisse jene anscheinend sich widersprechenden Ergebnisse beeinflußt haben, wer vermag es bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse der Bodenvorgänge, der Wechselwirkung zwischen Pflanzen und Boden zu sagen? Wir wissen, daß der Acker im allgemeinen nach Rüben und Kartoffeln wegen seiner starken Durchlockerung in vorzüglichem Zustande zurückbleibt. Können nicht hierbei weitgehende Zersetzungen der Bodenbestandteile eintreten, so daß dadurch vielleicht sogar die Absorptionskraft vermindert wird?

Jedenfalls scheint uns die vielfach gemachte Annahme, durch das Bodenwasser werde von den absorbierten Stoffen stets soviel löslich gemacht, daß eine gleichbleibende Konzentration der Nährlösung im Boden bestehen bleibt, nicht für alle Fälle zulässig zu sein, sondern nur da Geltung zu haben, wo die absorbierenden Bodenbestandteile mit den wieder zu lösenden Stoffen, in diesem Falle mit Kali, gesättigt sind. In allen anderen Fällen treten mit großer Wahrscheinlichkeit zwischen Boden, Nährstoffen und Pflanzen Wechselwirkungen verwickelter Art auf, welche wir vorläufig noch nicht zu erklären vermögen.

2. Parzelle F 3, Gefäßversuche Nr. 2213 bis 2224.

Die Parzelle F 3 gehört zu unseren Versuchsfeldern erst seit dem Jahre 1901, erhielt aber von 1901 bis 1904 durch uns keine Kalidüngung, auch keinen Mist. Der Kaligehalt dieser Parzelle betrug im Jahre 1905 0,239 %, der Gehalt an Natron 0,039 %.

Inhalt eines Gefäßes: 7,768 kg trockene Erde.

Anfangs betrug der Wassergehalt des Bodens in allen Gefäßen 13 %, wurde aber vom 12. Mai ab dauernd erhöht in:

Nr. 2213 bis 2218. . . . . auf 18 %
„ 2219 „ 2224. . . . . „ 15 „

Wie vorher erhielt jedes Gefäß eine Grunddüngung von 1,120 g Stickstoff (N) und 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5) und außerdem:

Nr. 2213/14, 2219/20 . . . . kein Kali
„ 2215/16, 2221/22 . . . . 0,155 g Kali (K_2O)
„ 2217/18, 2223/24 . . . . 0,776 g „ „

Aussaat am 17. April. Das Wachstum in diesen Gefäßen verlief fast genau so, wie es bei den vorigen Versuchen geschildert ist. Die Pflanzen unterschieden sich äußerlich von denen des vorigen Versuches nicht und zeigten untereinander fast genau dieselben Unterschiede, welche auch dort beobachtet wurden. Ernte am 26. September.

Ergebnisse. Als Ergebnis dieser Versuche bemerken wir zuerst, daß bei reicher Bodenfeuchtigkeit die Gesamternte etwas höher, bei geringer etwas niedriger ist als in dem vorigen Versuch. Wir bemerken aber auch, daß durch die Kalidüngungen die Ernte niemals gesteigert, bei der größeren Bodenfeuchtigkeit sogar erheblich — bis zu 10 % — erniedrigt wird. Die oberirdischen Teile der Ernten sind bei viel und wenig Wasser unter sich nahezu gleich. Mit diesem Befunde der Erfolglosigkeit der Kalidüngung stimmen nun auch die für die Kaliaufnahme gefundenen Zahlen überein.

Die Parzelle F 3 hatte im Jahre 1904 Roggen getragen, eine Pflanze, welche wahrscheinlich auch zu denjenigen gehört, die den Acker reich an leicht aufnehmbaren Kaliverbindungen zurücklassen. Vier Jahre hindurch hatte F 3 keinerlei Kalidüngung erhalten. Einerseits waren also die Verhältnisse für die Kalibindung günstig, andrerseits standen den Pflanzen aber auch jedenfalls reichliche Kalimengen zur Verfügung. Trotzdem finden wir, daß bei der schwächeren Kalidüngung im ganzen weniger Kali aufgenommen ist, als ohne Kaligabe, ein Ergebnis, welches wir vorläufig nicht recht zu erklären vermögen. Die Minderaufnahme erstreckt sich aber, wie aus den Tabellen zu ersehen ist, in der Hauptsache auf die Wurzeln. Möglicherweise könnte hier ein nicht bemerkter Verlust beim Sammeln der Wurzeln eingetreten sein. Bei der reicheren Kalidüngung ist zwar mehr aufgenommen als ohne Kaligabe, aber auch so wenig, daß nur 19 % von dem gegebenen Kalium entnommen sein können. Rechnen wir die gefundenen Zahlen wieder auf den oberirdischen Teil um, also auf das Kalium, welches durch die Ernte dem Boden tatsächlich entzogen ist, so finden wir, daß bei schwacher Kalidüngung von dem gegebenen Kalium fast nichts (gefunden wurden 2 %), bei stärkerer Düngung von dem gegebenen nur 30 % ausgenutzt wurden. Der Boden an sich war wohl schon ziemlich reich an aufnehmbaren Kaliverbindungen, denn auch ohne Kalidüngung wurde hier mehr Kali aufgenommen, als in jeder der anderen bisher geprüften Bodenarten. Trotzdem fand offenbar eine starke Kaliabsorption statt, aber wiederum in geringerem Maße, sobald man die Bodenfeuchtigkeit verminderte. Im ganzen wurde bei schwacher und starker Düngung von dem gegebenen Kali nahezu die gleiche Menge, 36 und 37 %, aufgenommen. Rechnen wir die Zahlen wieder nur auf den oberirdischen Teil um, so würden wir bei schwacher Düngung 48 %, bei starker 37 % des gegebenen Kaliums dem Boden entnommen finden. Der Rest, besonders bei der schwachen Düngung, ist also offenbar im Boden festgelegt.

3. Parzelle H 3, Gefäßversuche Nr. 2225 bis 2236.

Der Ackerplan, dem diese Parzelle angehört, wurde von uns bewirtschaftet seit dem Jahre 1902. Kali wurde dem Boden seitdem in keiner Form zugeführt. Im Jahre 1905 enthielt die Parzelle 0,221 % K_2O, 0,061 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 7,344 kg trockene Erde.

Wassergehalt des Bodens anfangs 13 %, am 12. Mai erhöht in:

Nr. 2225 bis 2230. . . . . auf 18 %
„ 2231 „ 2236. . . . . „ 15 „

Auch in dieser Versuchsreihe erhielt jedes Gefäß dieselbe früher angegebene Grunddüngung, außerdem aber:

Nr. 2225/26, 2231/32 . . . . kein Kali
„ 2227/28, 2233/34 . . . . 0,155 g Kali (K_2O)
„ 2229/30, 2235/36 . . . . 0,776 g „

Aussaat am 17. April. Hier verlief das Wachstum ebenfalls genau so, wie bei den vorigen beiden Versuchen geschildert worden ist. Wir verweisen daher nur auf die dort gemachten Angaben.

Ernte am 26. September.

Ergebnisse. Der vorliegende Boden, welcher von den bisher besprochenen Böden erst die kürzeste Zeit ohne Kali bewirtschaftet war, weicht nun auch von allen anderen in bezug auf die Erntemengen ab. Bei starker Wassergabe steigt zwar die Gesamternte durch die höchste Kaligabe von 90,63 g auf 95,90 g oder von 94 auf 100 %, bei weniger Bodenfeuchtigkeit von 80,22 g auf 96,15 g oder von 83 auf 100 %; aber bei der größeren Kalidüngung sind in beiden Fällen die Ernteerträge fast genau gleich. Da die Wachstumsbedingungen in allen diesen Versuchen bis auf Kalidüngung und Kalivorrat im Boden die gleichen waren, so dürfen wir die erzielte Gleichheit der Ernten mit ziemlicher Sicherheit allein auf das Kalium zurückführen; denn bei allen anderen Versuchen, bei welchen längere Zeit ohne Kali bewirtschaftete Böden zur Verwendung kamen, weichen die entsprechenden Erntezahlen mehr oder weniger erheblich voneinander ab. Diese Erntegleichheit wird aber erst erreicht bei der stärkeren Kalidüngung; bei der schwächeren weichen die Ernten noch erheblich, um 10 %, voneinander ab, ohne Kalidüngung um 12 %.

In den beiden letzten Fällen finden wir dieselben Unterschiede auch bei dem oberirdischen Teile, dem Grase allein, während bei der stärksten Kaligabe und reichen Bodenfeuchtigkeit der Grasertrag um 5 % höher ist als bei geringerem Wassergehalt des Bodens. Dies letzte ist wohl in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß bei der größeren Bodenfeuchtigkeit den Pflanzen anfangs mehr aufnehmbare Kaliverbindungen zur Verfügung standen; denn beim ersten Schnitte weichen die Ernten etwas voneinander ab, beim zweiten Schnitte waren die Ernten schon wieder nahezu gleich groß.

Die Kaliaufnahme verläuft hier mit einigen Abweichungen ähnlich wie bei dem vorigen Versuche. Die Gesamtkaliaufnahme verhält sich:

bei 18 % Wasser wie 72 : 75 : 100
„ 15 „ „ „ 66 : 74 : 100

verläuft also in beiden Fällen nahezu gleich. Das gegebene Kalium wird in diesem Versuche aber besser ausgenutzt als in dem vorigen. Bei einem Wassergehalte des Bodens von 18 % finden wir in der ganzen Pflanze 20 und 36 % des gegebenen Kalis

wieder, bei 15 % jedoch 52 und 42 %. Rechnen wir die Zahlen aber wieder auf das Gras allein um, so finden wir, daß bei der größeren Bodenfeuchtigkeit von dem gegebenen Kali aufgenommen wurden:

bei schwacher Kalidüngung	. . . .	19 %
„ starker „	. . . .	37 „

also mehr als im vorigen Versuche, besonders bei schwacher Kalidüngung. Hier wie dort wird jedoch im zweiten Schnitte fast nichts mehr von dem gegebenen Kalium aufgenommen.

Bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit wurden von dem gegebenen Kalium durch das Gras ohne Wurzeln aufgenommen:

bei schwacher Kalidüngung	. . . .	38 %
„ starker „	. . . .	39 „

Die aufgenommene Menge wurde bei Verminderung der Bodenfeuchtigkeit also nur bei schwacher, nicht bei starker Kalidüngung gesteigert. Doch auch hierfür läßt sich eine Erklärung finden. Parzelle H 3 hatte im Jahre 1904 Zuckerrüben getragen, nach welchen ein Boden, wie schon ausgeführt wurde, jedenfalls arm an leicht aufnehmbaren Kaliverbindungen zurückbleibt. Neben den aus allen kalihaltigen Mineralien sich allmählich stets lösenden Kalimengen stand den Pflanzen anfangs hier also in der Hauptsache nur das Kalium der Düngung zur Verfügung. Die Absorptionskraft dieses Bodens war, trotzdem er erst die kürzeste Zeit ohne Kali bewirtschaftet war, wie die Zahlen ergeben, noch immer sehr groß. Durch Wassermangel im Boden konnte aber diese Kraft auch hier wieder verringert werden; bei schwacher Kalidüngung wurde von dem gegebenen Kali aufgenommen:

bei 18 % Bodenfeuchtigkeit	. . . .	20 %
„ 15 „ „	. . . .	52 „

wie oben schon erwähnt wurde. Die Unterschiede sind hier aber, da der Boden an sich kalireicher, d. h. reicher an leicht löslichen Kaliverbindungen war, geringer als bei der der bedeutend kaliärmeren Parzelle B 3.

Bei starker Kalidüngung sind in der kalireicheren Parzelle H 3 die durch Verschiedenheit der Bodenfeuchtigkeit hervorgerufenen Unterschiede in der Gesamtkaliaufnahme fast ebenso gering wie in der kaliarmen Parzelle B 3; dort finden wir 37 und 39 %, hier 36 und 42 %. In diesen beiden Fällen, wo nach Rüben und Kartoffeln in leicht löslicher Form nur das Kalium der Düngung zur Verfügung stand, nahmen in dem Kampfe um die Kaliaufnahme zwischen Pflanze und Boden die Pflanzen die größtmögliche und nahezu gleiche Kalimenge auf, der Rest wurde vom Boden absorbiert. Daß noch bedeutend größere Kalimengen aufgenommen werden konnten, zeigen die Versuche mit dem Boden der Parzelle F 3, welche im Jahre 1904 Roggen getragen hatte und infolgedessen wohl reicher an leichter löslichen Kaliverbindungen zurückgeblieben war.

B 3 trug also im Jahre 1904 Kartoffeln, F 3 Roggen und H 3 Zuckerrüben. Trotz langjähriger Unterlassung der Kalidüngung veränderte sich der Kaligehalt des Bodens prozentisch wenig, nur die Ernte wurde besonders in trockenen Jahren, selbst bei reicher Kalidüngung, nicht erhöht, wie ja auch die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen.

Bei dieser Sachlage verlief die Gesamtkaliaufnahme folgendermaßen:

1. Bei 18 % Bodenfeuchtigkeit:

Parzelle	Vorfrucht 1904	Aufgenommen g K_2O bei einer Kaligabe von —	0,155 g	0,776 g
B 3	Kartoffel	0,741	0,781	1,031
H 3	Zuckerrübe	0,724	0,755	1,004
F 3	Roggen	1,188	1,132	1,298

2. Bei 15 % Bodenfeuchtigkeit:

Parzelle	Vorfrucht 1904	Aufgenommen g K_2O bei einer Kaligabe von —	0,155 g	0,776 g
B 3	Kartoffel	0,604	0,767	0,906
H 3	Zuckerrübe	0,620	0,701	0,946
F 3	Roggen	0,899	0,955	1,189

Sehr klar zeigen diese Zahlen neben dem Einfluß der Bodenfeuchtigkeit, über welchen wir ausführlich in dem nächsten Abschnitte sprechen werden, daß trotz langjähriger Verschiedenheiten in bezug auf die Kalidüngung die jedesmalige Vorfrucht auf die Kaliaufnahme durch die Pflanzen einen großen Einfluß ausübt.

Da, wie wir sahen, die Wurzeln einen großen Teil der Gesamternte ausmachen, für die Kalientnahme aus dem Boden aber gar nicht in Betracht kommen, wollen wir die obigen Rechnungen auch noch für den oberirdischen Teil, also für das Gras allein, durchführen.

Durch die Grasernte wurden dem Boden entzogen:

1. Bei 18 % Bodenfeuchtigkeit:

Parzelle	Vorfrucht 1904	Aufgenommen g K_2O bei einer Kaligabe von —	0,155 g	0,776 g
B 3	Kartoffel	0,610	0,684	0,867
H 3	Zuckerrübe	0,606	0,636	0,891
F 3	Roggen	0,832	0,823	1,048

2. Bei 15 % Bodenfeuchtigkeit:

Parzelle	Vorfrucht 1904	Aufgenommen g K_2O bei einer Kaligabe von —	0,155 g	0,776 g
B 3	Kartoffel	0,470	0,541	0,682
H 3	Zuckerrübe	0,510	0,574	0,817
F 3	Roggen	0,688	0,763	0,973

Die Zahlen sprechen für sich selbst, so daß eine weitere Erläuterung unnötig erscheint. Bemerkt sei noch, daß wir auch hier bei Parzelle H 3, ähnlich den Ergebnissen der schon besprochenen Versuche, das vom gegebenen aufgenommene Kalium bei großer Bodenfeuchtigkeit fast ganz schon im ersten Schnitte finden; bei wenig Wasser wird ein erheblicher Teil dieses Kaliums auch noch im zweiten Schnitte gefunden, was wiederum die Annahme bestätigt, daß mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit die kaliabsorbierende Kraft eines Bodens erhöht wird.

Zichorie 1906.

(Tabelle 3 und 4.)

Im Jahre 1906 wurden die Versuche über die Absorption des Kaliums durch den Boden nochmals wiederholt mit der Zichorienpflanze, und zwar wieder in Böden von drei Parzellen unseres Versuchsfeldes.

1. Solvay-Feld. Parzelle B 5. Näheres über diese Parzelle siehe weiter unten.
2. Solvay-Feld. Parzelle G 3, seit 1902 ohne jede Kalidüngung.
3. Solvay-Feld. Parzelle F 8, seit 1901 in jedem Jahre mit 1 Ztr. 40 %igem Kalisalz gedüngt.

Unter dem Versuchsfelde, welchem die für diese Untersuchungen benutzten Bodenproben entnommen wurden, befinden sich große Kalksteinlager, welche allmählich abgebaut werden. Der Acker selbst ist uns seit dem Jahre 1891 zur Bewirtschaftung überlassen worden. Im Herbste 1905 mußten wir nun den Teil des Ackers, auf welchem die seit 1891 kalilos bewirtschaftete Parzelle B 5 gelegen war, abgeben. Um aber den Boden für Topfversuche nicht gänzlich zu verlieren, ließen wir etwa 100 Ztr. davon in der Nähe unserer Feldscheune zusammenfahren und überließen den so gewonnenen Erdhaufen unbedeckt sich selbst, um ihn dann im Jahre 1906 für die vorliegenden Versuche wieder zu benutzen. Diese wurden nur bei der einen Bodenfeuchtigkeit von 18 % ausgeführt — verwandt wurden für jedes Gefäß 7 kg trockene = 7,9 kg lufttrockene Erde —; aber die Kaligabe wurde den Gaben der vorigen Jahre gegenüber noch erhöht. Stickstoff und Phosphorsäure wurden stets in reichlicher Menge gegeben (1,400 g N und 0,710 g P_2O_5). Der Boden selbst enthielt in diesem Jahre 1906: 0,259 % K_2O und 0,068 % Na_2O.

Vegetationsbeobachtungen. Aussaat am 3. Mai. Bis Mitte Juni entwickelten sich alle Pflanzen gleichmäßig, dann aber schien es, als ob sich die Nummern 2217 bis 2224 (Boden der Parzelle F 8) etwas kräftiger entwickelten als die übrigen. Große Unterschiede zwischen den Pflanzen der einzelnen Versuchsreihen traten jedoch im ganzen Sommer nicht auf; die nicht mit Kali gedüngten Pflanzen zeigten an den Blättern aber vielfach Erscheinungen des Kalimangels (Braunwerden und schnelles Absterben einzelner Blätter). Nr. 2220 blieb, ohne daß ein Grund dafür gefunden wurde, stark zurück und starb Mitte Oktober nahezu ab. In der letzten Zeit ihres Wachstums zeigten alle Pflanzen, mit Ausnahme von Nr. 2220, kaum Unterschiede; da, wo Mangelerscheinungen aufgetreten waren, hatten sich aber neue, saftig grüne Blätter gebildet, wie dieses bei allen Kalimangelpflanzen gegen Ende des Wachstums als Folge der Neuaufnahme geringer Kalimengen beobachtet werden kann. Die Ernte erfolgte am 12. November.

Ergebnisse. Die Zahlen der Tabelle 3 zeigen zunächst, daß die Ernten in allen Gefäßen nur wenig voneinander verschieden sind, und daß auch die Gesamterntemengen selbst durch die stärksten Kalidüngungen trotz reicher Stickstoff- und Phosphorsäuregaben kaum gesteigert werden konnten. Wir schalten die Versuche Nr. 2203, weil hier die Rübenernte gering, die Ernte der anderen Pflanzenteile dagegen unverhältnismäßig hoch ist, und Nr. 2220, in welchem die Pflanzen, wie schon erwähnt wurde, vorzeitig nahezu abstarben, von weiterer Besprechung aus, da es nicht angängig ist, aus offenbar fehlerhaften Versuchen für die vorliegende Frage Schlüsse zu ziehen.

Vielleicht wäre es richtiger gewesen, auch noch einige andere Versuche auszuschalten — die Kontrollversuche stimmen mehrfach nicht gut überein —, doch wie die Zahlen der Tabellen 3 und 4 zeigen, wird in bezug auf die Kaliaufnahme dennoch das bei den vorigen Versuchen gefundene Ergebnis durchaus bestätigt. Durch Ausschaltung der Versuche, was ja im allgemeinen überhaupt nur bei offenbar fehlerhaften Versuchen zulässig ist, würden sich einige der Zahlen über die Kaliaufnahme vielleicht etwas geändert haben; im ganzen würde aber das Ergebnis dasselbe geblieben sein.

Wir sehen nun zuerst — Tabelle 3, Sp. 16 —, daß der Kaligehalt der Pflanzen stets steigt mit der Zunahme der Kalidüngung, und zwar durchaus regelmäßig. Ebenso steigt in allen Fällen mit der Kalidüngung die aufgenommene Kalimenge.

Die Zahlen über die Natronaufnahme sind unregelmäßiger; im allgemeinen sinken jedoch mit Zunahme der Kalidüngung der prozentische Natrongehalt und die Gesamtnatronaufnahme. Die Unterschiede sind am größten in dem kaliärmsten Boden B 5, am geringsten in dem kalireichsten F 8.

Ziehen wir von den bei Kalidüngung aufgenommenen Kalimengen wiederum diejenigen Mengen ab, welche ohne Kalidüngung aufgenommen wurden, so finden wir allgemein auch hier eine sehr schlechte Ausnutzung des gegebenen Kaliums, und zwar gleichmäßig in allen Versuchen. Wie Tabelle 4, Sp. 7 zeigt, findet die schlechteste Ausnutzung bei der schwächsten Kalidüngung statt und steigt immer etwas mit deren Zunahme.

Da nun in Kulturgefäßen im allgemeinen, z. B. bei Sandkulturversuchen, vielfach aber auch in Erde, das gegebene Kali von den Pflanzen auf das höchste ausgenutzt zu werden pflegt, so liegt hier wieder die Annahme nahe, daß, vielleicht abgesehen von der stärksten Kalidüngung (1,551 g K_2O), der von den Pflanzen nicht aufgenommene Teil vom Boden so fest gebunden wurde, daß die Pflanzen ihn nicht aufzunehmen vermochten, und zwar verhielten sich bei der stets vorhandenen reichen Bodenfeuchtigkeit in diesem Falle die drei angewandten Bodenarten gleich. Die Parzellen G 3 und F 8, welche erst einige Jahre von uns bewirtschaftet wurden, waren früher in den Händen eines kleinen Landwirtes, welcher wohl zuweilen eine schwache Stallmistdüngung gab, niemals aber mit Kali düngte. Aus diesem Grunde waren wohl gemäß den hier gefundenen Ergebnissen auch diese Parzellen noch sehr arm an leicht löslichen Kaliverbindungen, aber reich an Kali absorbierenden Bestandteilen. Daß in dem Boden F 8 von den in der Düngung gegebenen 0,155 g K_2O 42 % ausgenutzt wurden (Nr. 2219, Tabelle 4, Sp. 7) — die höchste Ausnutzung, welche in dieser ganzen Reihe gefunden wurde —, erscheint merkwürdig; allein eine dreifache Kontrolle der Analyse bestätigte dies Ergebnis.

Wir haben die verwickelten Verhältnisse, welche uns die vorliegenden Versuche, besonders die des Jahres 1905, zeigen, so ausführlich besprochen, weil sie erstens mit den auf dem Felde gemachten Erfahrungen übereinstimmen, sodann aber, weil sie sich wie ein roter Faden durch diese ganze Arbeit winden. Was auch sonst die Kaliaufnahme und Kalientnahme aus dem Boden beeinflussen mag, die nach chemischen Gesetzen stattfindenden Umsetzungen der einzelnen Pflanzennährstoffe verschwinden nie und können zur Erklärung scheinbar sich widersprechender Versuchsergebnisse oft gute Dienste leisten.

Aber auf noch einen anderen, unserer Auffassung nach höchst wichtigen Punkt möchten wir gleich an dieser Stelle hinweisen. Es herrscht unter den Landwirten

Tabelle 3. **Zichorie**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	Bodenart	Düngung K_2O	Geerntetes Trockengewicht							
			Rübe		Kraut		Wurzeln		Ganze Pflanze	
			vom Topf	Mittel	vom Topf	Mittel	vom Topf	Mittel	vom Topf	Mittel
		g	g	g	g	g	g	g	g	g
2201	Erde von Solvay-Feld B 5	—	33,84	35,85	15,27	18,64	6,93	6,68	56,04	61,16
2202	desgl.	—	37,85		22,00		6,42		66,27	
2203	desgl.	0,155	(24,57)	34,80	(16,50)	11,85	(8,84)	5,12	(49,91)	51,77
2204	desgl.	0,155	34,80		11,85		5,12		51,77	
2205	desgl.	0,776	44,85	42,84	17,65	16,15	5,95	5,89	68,45	64,87
2206	desgl.	0,776	40,82		14,65		5,82		61,29	
2207	desgl.	1,551	44,47	48,11	11,95	12,93	1,88	4,36	58,30	65,39
2208	desgl.	1,551	51,75		13,90		6,83		72,48	
2209	Erde von Solvay-Feld G 3	—	40,35	40,75	15,70	15,23	10,32	8,76	66,37	64,73
2210	desgl.	—	41,15		14,75		7,19		63,09	
2211	desgl.	0,155	41,69	41,90	14,15	13,70	8,92	9,80	64,76	65,39
2212	desgl.	0,155	42,10		13,25		10,67		66,02	
2213	desgl.	0,776	40,87	37,89	14,22	14,49	8,55	7,77	63,64	60,14
2214	desgl.	0,776	34,90		14,75		6,99		56,64	
2215	desgl.	1,551	45,09	36,15	16,99	17,26	11,72	11,55	73,80	64,95
2216	desgl.	1,551	27,20		17,52		11,38		56,10	
2217	Erde von Solvay-Feld F 8	—	45,10	38,15	11,65	12,93	4,80	4,33	61,55	55,40
2218	desgl.	—	31,20		14,20		3,85		49,25	
2219	desgl.	0,155	35,50	27,61	12,48	12,48	7,32	7,32	55,30	55,30
2220	desgl.	0,155	(19,72)		(9,16)		(3,93)		(32,81)	
2221	desgl.	0,776	22,35	35,50	17,72	17,90	6,07	6,96	46,14	52,75
2222	desgl.	0,776	33,42		18,08		7,85		59,35	
2223	desgl.	1,551	50,12	42,47	17,62	16,04	11,54	8,43	79,28	66,94
2224	desgl.	1,551	34,82		14,46		5,32		54,60	

noch weit verbreitet der Glaube, daß man aus dem durch chemische Analyse gefundenen Kaligehalte eines Bodens ableiten könne, ob der Boden eine Kalidüngung lohnt oder nicht. Die landwirtschaftlichen Lehrbücher weisen nun zwar immer wieder darauf hin, daß diese Annahme falsch sei; doch der Glaube an eine solche Möglichkeit vererbt sich trotzdem scheinbar fortgesetzt.

Die vorliegenden Versuche hatten nach dieser Richtung hin folgendes Ergebnis: Die Parzellen B 1 und B 5 z. B. erhielten, wie schon erwähnt wurde, von 1891 bis

1906.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Verdunstetes Wasser		1 g Trockensubstanz verdunstet Wasser		K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze		Verhältnis der Gesamternten zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Kalimengen zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Natronmengen zueinander
im Topf l	Mittel l	im Topf g	Mittel g	Mittel %	Mittel g	Mittel %	Mittel g			
13,95 13,76	13,86	249 208	227	0,54	0,330	1,02	0,623	93,53	37,12	100,00
(14,60) 13,70	(14,15)	(293) 265	265	0,66	0,342	1,09	0,564	79,17	38,47	90,53
15,80 14,58	15,19	231 238	234	0,82	0,532	0,82	0,532	99,20	59,84	85,39
12,25 13,97	13,11	208 193	200	1,36	0,889	0,74	0,484	100,00	100,00	77,69
13,81 14,31	14,06	208 227	217	0,52	0,337	1,06	0,686	98,99	45,91	85,96
15,61 14,36	14,99	241 218	229	0,54	0,353	1,22	0,798	100,00	48,09	100,00
14,07 13,27	13,67	221 234	227	0,82	0,493	1,11	0,668	91,97	67,17	83,71
13,75 15,15	14,45	186 270	222	1,13	0,734	0,97	0,630	99,33	100,00	78,95
14,27 12,69	13,48	232 258	243	0,51	0,283	0,94	0,521	82,76	37,43	90,61
13,28 (12,87)	(13,08)	240 (392)	240	0,63	0,348	1,01	0,557	82,61	46,03	96,87
14,71 14,50	14,61	319 244	277	0,79	0,417	1,09	0,575	78,80	55,16	100,00
13,50 13,73	13,62	170 251	203	1,13	0,756	0,77	0,515	100,00	100,00	89,57

1904 niemals eine direkte Kalidüngung, 1891 und 1895 aber eine Stallmistdüngung von 120 Ztr. auf ¼ ha.

Der durch heiße 10 %ige Salzsäure ermittelte Gehalt an Kali (K_2O) betrug:

	1891	1900	1904
Parzelle B 1	0,285 %	0,245 %	0,247 %
„ B 5	0,294 %	0,266 %	0,295 %

Trotzdem also 14 Jahre lang nicht mit Kali gedüngt wurde (die geringen Stall=

Tabelle 4. **Zichorie 1906.**

1	2	3	4	5	6	7
				Aufgenommen Kali (K_2O)		
Nummer	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	im ganzen	vom gegebenen	
		g	%	g	g	%
2201/2202	Solvay-Feld B 3	—	18	0,330	—	—
2204	desgl.	0,155	18	0,342	0,012	8
2205/2206	desgl.	0,776	18	0,532	0,202	26
2207/2208	desgl.	1,551	18	0,889	0,559	36
2209/2210	Solvay-Feld G 3	—	18	0,337	—	—
2211/2212	desgl.	0,155	18	0,353	0,016	10
2213/2214	desgl.	0,776	18	0,493	0,156	20
2215/2216	desgl.	1,551	18	0,734	0,397	26
2217/2218	Solvay-Feld F 8	—	18	0,283	—	—
2219	desgl.	0,155	18	0,348	0,065	42
2221/2222	desgl.	0,776	18	0,417	0,134	17
2223/2224	desgl.	1,551	18	0,756	0,473	30

mistmengen kommen gar nicht in Betracht), unterschieden sich die für den prozentischen Kaligehalt der Böden gefundenen Zahlen nur sehr wenig voneinander, ja in so geringem Maße, daß diese Abweichungen meistens im Bereiche der Versuchsfehler liegen. Der im Jahre 1904 gefundene Kaligehalt der Böden ist doch immerhin noch ziemlich hoch zu nennen, aber alle Feldfrüchte blieben auf diesem Boden zurück und zeigten in ausgeprägtester Weise die äußeren Kennzeichen des Kalimangels. Ohne genaue Kenntnis des beständigen Zurückgehens der Ernten und des Auftretens der äußerlich erkennbaren Mangelerscheinungen wird man aus den Zahlen des Jahres 1904 (der Boden ist auch sehr kalkreich) kaum bestimmte Schlüsse über etwaige Wirkung einer Kalidüngung ziehen können. Wir verweisen auf unsere weiteren im Laufe der Arbeit und besonders an deren Schlusse nach dieser Richtung hin gemachten Bemerkungen. Die geringen Schwankungen im Kaligehalte derart kalireicher Böden werden verständlich, wenn man einmal überlegt, wie wenig Kali einem Boden selbst durch die höchsten und kalireichsten Ernten im Vergleich zu seinem Gesamtkalireichtum entzogen wird. Bedeutend kaliärmere Böden geben, wie wir auch noch im Verlaufe dieser Arbeit sehen werden, unter Umständen mehr Kali an die Pflanzen ab als diese kalireichen. Mit Hilfe der mechanischen Bodenanalyse wird man ja oft bestimmtere Schlüsse ziehen können, als ohne sie, aber meistens wohl auch nur dann, wenn man die hier behandelten Punkte genau beachtet.

Soweit die Zahlen über den Kaligehalt der hier in Frage kommenden Böden vorliegen, geben wir sie zum Beweise für das oben Gesagte in Folgendem stets wieder.

2. Einfluß der Bodenfeuchtigkeit.

Bekannt ist der große Einfluß, welchen das Wasser auf das Pflanzenwachstum ausübt; wir mögen unsere Felder noch so gut bestellen und die Düngung auf das reichlichste bemessen, eine gute Ernte erhalten wir nur dann, wenn uns der Regen nicht versagt bleibt. Der Regen wirkt aber nicht nur in jener Zeit, in welcher er auf die Erde herniederfällt, sondern unter Umständen auch noch eine beträchtliche Zeit später. Der Ackerboden ist gleichsam ein Wasserspeicher von mehr oder weniger großer Fassungskraft, die wir außerdem künstlich in ganz bedeutender Weise beeinflussen können.

Die wasserfassende Kraft eines Bodens ist abhängig von seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit, von der Mächtigkeit der Ackerkrume und der Beschaffenheit des Untergrundes. Auch die Höhe des Grundwasserspiegels ist von großer Bedeutung. Durch mechanische Hilfsmittel, flaches und tiefes Pflügen, Lockern oder Festwalzen der Oberfläche, Abzugsgräben, Drainröhren u. a., auch durch geeigneten Pflanzenbau können wir diese Wasserverhältnisse des Bodens in weitgehendstem Maße künstlich beeinflussen und so eine längere oder kürzere Wirkung des zur Verfügung stehenden Wassers erreichen. Vor allen Dingen muß aber überhaupt genügend Regen — im Winter Schnee — fallen, wenn wir eine der jeweiligen Düngung und Bodenbearbeitung entsprechende Ernte erzielen wollen.

Doch so einfach, wie dies auf den ersten Blick erscheint, liegen die Verhältnisse nicht. Wir wissen, daß ein normales Wachstum der Pflanzen nur dann eintritt, wenn alle Wachstumsbedingungen in gleich guter Weise erfüllt sind, die eigentlichen Pflanzennährstoffe, Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk usw., ebenso wie Wärme, Licht und Wasser müssen den Pflanzen in reichlichen Mengen zur Verfügung stehen. Nun ist es aber bekannt, daß regenreiche Jahre, sobald in ihnen die Regenperioden längere Zeit anhalten, auch kühler und lichtärmer sind als trockene Jahre und solche, in denen kurze regenreiche Zeitabschnitte mit trockenen und sonnigen wechseln, und so kommt es, daß verschiedene Jahre trotz gleicher Regenmengen verschieden fruchtbar sein können, je nachdem die Regenmengen in großen Mengen und kurzen Zeitabschnitten oder in kleinen Mengen über das ganze Jahr verteilt fallen. Für Menge und Beschaffenheit der Ernten ist es außerdem durchaus nicht gleichgültig, ob wärmere und kühlere Perioden mit oder ohne Regen und Sonnenschein in den Frühling, Sommer oder Herbst fallen.

Mit Beachtung dieser Verhältnisse können wir eigentlich von einer Wirkung der Bodenfeuchtigkeit allein gar nicht reden, Bodenfeuchtigkeit und Gesamtwitterung gehören, streng genommen, stets zusammen. Wenn wir trotz Beobachtung aller dieser Verhältnisse dennoch oft über die Wirkung der Pflanzennährstoffe unter dem Einflusse des Wassers bei Feldversuchen keine ausreichende Erklärung geben können, so liegt dieses an unserer noch mangelhaften Kenntnis so vieler im Boden sich abspielender Vorgänge chemischer, physikalischer und mikrobiologischer Art.

Möhren (Karotten) 1903.

(Tabelle 5.)

1. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

(Waldau, Parzelle 33, 34, 35. Feld seit 1902 ohne Kalidüngung.)

Inhalt eines Gefäßes 7,556 kg trockene Erde.

Bei den Versuchen reiche Phosphorsäuregabe, 0,284 g P_2O_5, keine Kalidüngung.

a) Schwache Stickstoffdüngung, 0,280 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit:

Nr. 222 bis 224 vom	30. Juni bis 10. Juli	18 % Wasser
	„ 10. Juli bis zur Ernte	20 „ „
„ 228 „ 230	„ 10. Juli bis zur Ernte	17 „ „
„ 234 „ 236	„ 30. Juni bis 10. Juli	12 „ „
	„ 10. Juli bis zur Ernte	14 „ „

Aussaat am 5. Mai.

Wachstum anfangs nur langsam und bis zum Juli mehrfach unregelmäßig, später normal. Der Wassergehalt des Bodens prägte sich deutlich durch die Entwicklung der Pflanzen aus, Nr. 222 bis 224 und 228 bis 230 zeigen jedoch nur geringe Unterschiede. Die Ernte erfolgte am 30. Oktober. Es wurden gefunden im Mittel:

	Frischgewicht der Karotten g	Trockengewicht der ganzen Pflanze einschließlich Wurzeln g	Aufgenommen Kali (K_2O) g
Nr. 222 bis 224	231,7	32,11	0,395
„ 228 „ 230	203,3	30,95	0,226
„ 234 „ 236	134,3	21,43	0,156

Die Zahlen ergaben, daß bei der gewählten schwachen Stickstoffdüngung die Erhöhung des Wassergehaltes von 14 auf 17 % die Ernte bedeutend, die Erhöhung von 17 auf 20 % die Ernte nur noch sehr wenig zu steigern vermochte; der Stickstoff bestimmte hier die Höhe der Ernte. Die Kaliaufnahme wurde aber bei jeder Steigerung der Bodenfeuchtigkeit bedeutend vermehrt. Setzen wir die bei 20 % Wasser gefundene Kalimenge = 100, so finden wir bei 17 % nur 57 % und bei 14 % nur 39 % dieser Menge.

Der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz ist bei 14 und 17 % Wasser gleich, 0,73 %, wird aber bei 20 % auf 1,23 % gesteigert. Bemerkenswert ist, daß mit der Kaliaufnahme zugleich auch die Natronaufnahme steigt.

b) Starke Stickstoffdüngung, 0,700 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Die Wasserverhältnisse des Bodens waren bei:

Nr. 225 bis 227 wie bei Nr. 222 bis 224, vom 30. Juni bis 10. Juli 18 %, vom 10. Juli bis zur Ernte 20 % Wasser.

Nr. 232 bis 233[1]) wie bei Nr. 228 bis 230, vom 10. Juli bis zur Ernte 17 % Wasser.

Nr. 237 bis 239 wie bei Nr. 234 bis 236, vom 30. Juni bis 10. Juli 12 %, vom 10. Juli bis zur Ernte 14 % Wasser.

Aussaat am 5. Mai.

Auch hier erfolgte das Wachstum anfangs sehr langsam, vom Juli ab aber wuchsen die Pflanzen freudig und nahmen mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit an Größe zu. Ernte ebenfalls am 30. Oktober. Hier wurden im Mittel gefunden:

	Frisch-gewicht der Karotten g	Trockengewicht der ganzen Pflanze einschließlich Wurzeln g	Aufgenommen Kali g
Nr. 225 bis 227	288,7	43,79	0,342
„ 232 „ 233	196,5	31,04	0,211
„ 237 „ 239	141,7	22,24	0,149

Bei der größeren Stickstoffdüngung ist bei 14 und 17 % Bodenfeuchtigkeit die Ernte ähnlich erhöht, wie bei der geringen Stickstoffdüngung, bei 20 % Wasser aber auch noch bedeutend, nämlich von 32 auf 44 g Trockensubstanz gesteigert worden. Die Gesamtkaliaufnahme steigt wieder mit der Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit, ist aber trotz der verstärkten Stickstoffdüngung nicht größer als vorher, ja bei 20 % Bodenfeuchtigkeit sogar deutlich erniedrigt. Der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz steigt hier mit zunehmender Bodenfeuchtigkeit von 0,67 auf 0,76 und 0,78 %, also auch bei dem höchsten Wassergehalte nur sehr wenig. Mit der Kaliaufnahme wird auch hier die Natronaufnahme erhöht; die Zahlen sind denen des vorigen Versuches sehr ähnlich.

2. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

(Solvay-Feld, Parzelle 1, 3, 5, 7.)

Parzelle 1 und 5 seit 1902, Parzelle 3 und 7 seit 1901 ohne Kali.

Inhalt eines Gefäßes: 7,556 kg trockene Erde.

Alle Versuche erhielten reiche Phosphorsäuregabe, 0,284 g P_2O_5, aber keine Kalidüngung.

a) Schwache Stickstoffdüngung, 0,280 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Die Wassergaben waren bei:

Nr. 264 bis 266 wie bei Nr. 222 bis 224 vom 30. Juni bis 10. Juli 18 % Wasser, vom 10. Juli bis zur Ernte 20 % Wasser.

Nr. 270 bis 272 wie bei Nr. 228 bis 230 vom 10. Juli bis zur Ernte 17 % Wasser.

Nr. 276 bis 278 wie bei Nr. 234 bis 236 vom 30. Juni bis 10. Juli 12 %, vom 10. Juli bis zur Ernte 14 % Wasser.

Aussaat am 5. Mai.

Das Wachstum war, besonders in der zweiten Hälfte des Sommers, gleichmäßig und normal, bei 14 % Bodenfeuchtigkeit blieben die Pflanzen den andern gegenüber deutlich zurück. Ernte: 30. Oktober.

1) Die Möhren von Nr. 231 wurden sehr von Ameisen angefressen, so daß dieser Versuch ausgeschaltet werden mußte.

Tabelle 5. **Karotten 1903.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Frischgewicht der Möhren		Trockene Ernte ganze Pflanze		Verdunstete Wassermenge		1 g Trockensubstanz verdunstet Wasser		Kali in der ganzen Pflanze auf den Topf		Natron in der ganzen Pflanze pro Topf	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
		g	%	g	g	g	g	l	l	g	g	%	g	%	g
	Erde von														
222	Waldau, Parzelle 33, 34, 35	0,280	20	195,0		29,33		15,91		542					
223	desgl.	0,280	20	248,0	231,7	36,36	32,11	14,27	14,78	393	466	1,23	0,395	1,72	0,552
224	desgl.	0,280	20	252,0		30,63		14,15		462					
228	desgl.	0,280	17	177,0		25,15		12,39		493					
229	desgl.	0,280	17	211,0	203,3	31,66	30,95	13,73	12,67	434	419	0,73	0,226	1,38	0,427
230	desgl.	0,280	17	222,0		36,03		11,90		330					
234	desgl.	0,280	14	135,0		20,72		8,06		389					
235	desgl.	0,280	14	122,0	134,3	20,48	21,43	9,86	8,97	481	420	0,73	0,156	1,60	0,343
236	desgl.	0,280	14	146,0		23,08		8,98		389					
225	desgl.	0,700	20	281,0		44,80		16,43		367					
226	desgl.	0,700	20	342,0	288,7	46,34	43,79	16,88	16,82	364	385	0,78	0,342	1,37	0,600
227	desgl.	0,700	20	243,0		40,24		17,15		426					
231[1]	desgl.	—	—	—		—		—		—					
232	desgl.	0,700	17	207,0	196,5	29,38	31,04	12,58	12,76	428	412	0,76	0,211	1,57	0,436
233	desgl.	0,700	17	186,0		32,69		12,93		396					
237	desgl.	0,700	14	167,0		25,21		8,01		318					
238	desgl.	0,700	14	113,0	141,7	19,10	22,24	8,09	7,94	424	361	0,67	0,149	1,54	0,342
239	desgl.	0,700	14	145,0		22,40		7,71		344					

1) Nr. 231 ist nicht untersucht, da eine Karotte dieses Topfes von Ameisen zerfressen war.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Karotten 1903.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Frischgewicht der Möhren		Trockene Ernte ganze Pflanze		Verdunstete Wassermenge		1 g Trockensubstanz verdunstet Wasser		Kali in der ganzen Pflanze auf den Topf		Natron in der ganzen Pflanze auf den Topf	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
		g	%	g	g	g	g	l	l	g	g	%	g	%	g
264	Erde von Solvay-Feld F 1, 3, 5, 7	0,280	20	230,0		34,37		14,55		423					
265	desgl.	0,280	20	230,0	205,3	34,70	32,10	14,04	14,05	405	442	1,13	0,363	1,70	0,546
266	desgl.	0,280	20	156,0		27,22		13,55		498					
270	desgl.	0,280	17	241,0		32,81		11,19		341					
271	desgl.	0,280	17	200,0	207,3	31,69	31,86	10,71	11,20	338	352	0,77	0,245	1,69	0,538
272	desgl.	0,280	17	181,0		31,07		11,69		376					
276	desgl.	0,280	14	121,0		17,41		8,72		501					
277	desgl.	0,280	14	142,0	130,0	20,12	19,55	8,92	8,91	443	458	0,73	0,143	1,63	0,319
278	desgl.	0,280	14	127,0		21,12		9,10		431					
267	desgl.	0,700	20	315,0		44,82		13,94		311					
268	desgl.	0,700	20	277,0	308,7	40,59	44,19	14,02	13,57	345	309	0,69	0,305	1,65	0,729
269	desgl.	0,700	20	334,0		47,14		12,74		270					
273	desgl.	0,700	17	187,0		30,33		11,04		364					
274	desgl.	0,700	17	188,0	187,3	27,92	28,49	10,79	11,17	386	393	0,78	0,222	1,90	0,541
275	desgl.	0,700	17	187,0		27,22		11,67		429					
279	desgl.	0,700	14	101,0		17,12		8,31		485					
280	desgl.	0,700	14	140,0	107,0	21,62	17,31	7,70	7,85	356	470	0,69	0,119	1,53	0,265
281	desgl.	0,700	14	80,0		13,21		7,53		570					

Im Mittel wurden gefunden:

	Frisch-gewicht der Karotten g	Trockengewicht ganzen Pflanze ein-schließlich Wurzeln g	Auf-genommen Kali (K_2O) g
Nr. 264 bis 266	205,3	32,10	0,363
„ 270 „ 272	207,3	31,86	0,245
276 „ 278	130,0	19,55	0,143

Die erhaltenen Zahlen gleichen den entsprechenden des vorigen Versuches mit schwacher Stickstoffdüngung fast genau.

Bei 17 und 20 % Bodenfeuchtigkeit waren die Ernten nahezu gleich, bei 14 % jedoch bedeutend erniedrigt. Die Gesamtkaliaufnahme sank mit der Erniedrigung der Bodenfeuchtigkeit von 100 auf 67 und 39 %, der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz betrug bei 14 und 17 % Wasser 0,73 und 0,77 %, stieg jedoch ähnlich wie bei dem vorigen Versuch bei 20 % Wasser auf 1,13 %. Mit der Kaliaufnahme stieg auch jedesmal die Natronaufnahme.

b) Starke Stickstoffdüngung, 0,700 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Die Bodenfeuchtigkeit war im Laufe des Sommers bei:

Nr. 267 bis 269 vom 30. Juni bis 10. Juli 18 % Wasser, vom 10. Juli bis zur Ernte 20 % Wasser.

Nr. 273 bis 275 vom 10. Juli bis zur Ernte 17 % Wasser.

Nr. 279 bis 281 vom 30. Juni bis 10. Juli 12 %, vom 10. Juli bis zur Ernte 14 % Wasser.

Aussaat am 5. Mai.

Die Entwicklung der Pflanzen war hier insofern anders als bei den vorigen Versuchen, als sich auch bei 17 und 20 % Bodenfeuchtigkeit die Pflanzen sehr verschieden entwickelten. Im übrigen war das Wachstum normal. Die Ernte erfolgte am 30. Oktober.

Das Ergebnis dieses Versuches war im Mittel:

	Frisch-gewicht der Karotten g	Trockengewicht der ganzen Pflanze ein-schließlich Wurzeln g	Auf-genommen Kali (K_2O) g
Nr. 267 bis 269	308,7	44,19	0,305
„ 273 „ 275	187,3	28,49	0,222
„ 279 „ 281	107,0	17,31	0,119

Die Erntegewichte stiegen hier also wieder genau um soviel wie bei den vorigen Versuchen, jedesmal mit der Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit durch die Steigerung des Wassergehaltes von 17 auf 20 % wird die Ernte noch etwa um ein Drittel erhöht. Auch die Kaliaufnahme erfolgte ähnlich wie vorher, war jedoch im ganzen etwas geringer. Der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz war bei den verschiedenen Bodenfeuchtigkeiten nahezu gleich, er betrug mit steigenden Wassergaben 0,69, 0,78 und 0,69 %, stieg also bei der Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit von 17 auf 20 % nicht.

Die Natronaufnahme stieg auch hier zugleich mit der Kaliaufnahme.

Diese Versuche hatten also im ganzen folgendes Ergebnis. Durch Karotten fand aus dem Boden mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit eine stets größere Kaliaufnahme statt, und zwar stieg dieselbe bei einer Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit von 14 auf 17 % um 25 %, bei einer Erhöhung von 17 auf 20 % nochmals um 35 %, im ganzen also bei einer Erhöhung von 17 auf 20 % um 60 %.

Der prozentische Kaligehalt der Gesamttrockensubstanz blieb in allen Fällen bei einer Bodenfeuchtigkeit von 14 auf 17 % fast ganz gleich, stieg aber bei 20 % Wasser im Boden bedeutend, wenn schwache Stickstoffdüngung gegeben war, und veränderte sich kaum bei starker Stickstoffgabe, gemäß der im letzteren Falle erhöhten Ernte.

Der Vorrat an löslichem Kali wurde also in beiden Böden bei 20 % Bodenfeuchtigkeit jedenfalls erschöpft.

Raygras 1903.

(Tabelle 6a und 6b.)

Die Versuche mit Raygras wurden in denselben Böden ausgeführt wie die Karottenversuche. Hier beschränkten wir uns jedoch nicht auf die Untersuchung der ganzen Pflanze, sondern untersuchten wieder getrennt voneinander den ersten Schnitt, den zweiten Schnitt und die Wurzeln, so daß sich aus diesen Versuchen auch einige Angaben über die Zeit der größten Kaliaufnahme machen lassen.

1. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

(Waldau, Parzelle 33, 34, 35.)

Feld seit 1902 ohne Kalidüngung.

Inhalt eines Gefäßes: 7,556 kg trockene Erde.

Bei den Versuchen reiche Phosphorsäuregabe (0,284 g P_2O_5), keine Kalidüngung.

a) Schwache Stickstoffdüngung, 0,280 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Nr. 201 bis 203 vom 8. Juni bis zur Ernte 18 % Wasser,
„ 207 „ 209 bis zur Ernte 15 % Wasser,
„ 213 „ 215 vom 8. Juni bis zur Ernte 12 % Wasser.

Aussaat am 1. Mai.

Zuerst entwickelte sich das Gras in allen Gefäßen gleichmäßig gut, vom Juli ab aber brachten die verschiedenen Wasser- und Stickstoffgaben (siehe die folgende Versuchsreihe) deutliche Unterschiede hervor. Bei geringerer Bodenfeuchtigkeit blieben die Pflanzen mehr zurück und waren im vorliegenden Falle, also bei schwacher Stickstoffgabe, deutlich heller gefärbt als bei stärkerer Stickstoffdüngung.

Der erste Schnitt erfolgte am 20. Juli, die Schlußernte am 1. November.

Nach dem ersten Schnitte erfolgte das Wachstum, hier wie auch bei allen folgenden Grasversuchen, zuerst sehr schnell, dann aber bedeutend langsamer. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gefäßen traten sodann aber bald wieder und stets ebenso deutlich hervor wie vor dem ersten Schnitte.

Tabelle 6a.

Raygras 1903.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Düngung N	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
201	Erde von Waldau, Parz. 33, 34, 35	0,280	18	9,82		6,09		15,91		29,93		45,84		34,71		61,72		12,56		274	
202	desgl.	0,280	18	8,48	9,16	5,46	5,73	13,94	14,89	32,16	29,09	46,10	43,98	30,24	33,88	60,83	61,48	13,30	14,23	288	324
203	desgl.	0,280	18	9,18		5,65		14,83		25,18		40,01		36,70		61,90		16,93		424	
207	desgl.	0,280	15	9,02	9,65	3,84		12,86		15,47		28,33		45,39		70,14		12,80		452	
208	desgl.	0,280	15	10,66		4,02	4,27	14,68	13,93	23,15	21,64	37,83	35,36	38,81	39,77	72,62	69,31	13,03	12,94	349	364
209	desgl.	0,280	15	9,28		4,96		14,24		26,31		40,55		35,12		65,17		13,00		321	
213	desgl.	0,280	12	9,26		4,42		13,68		24,54		38,22		35,79		67,69		6,83		179	
214	desgl.	0,280	12	9,16	8,59	3,78	4,19	12,94	12,78	20,84	21,30	33,78	34,08	38,31	37,61	70,80	67,09	8,28	7,71	245	226
215	desgl.	0,280	12	7,35		4,36		11,71		18,52		30,23		38,74		62,77		8,02		265	
204	desgl.	0,700	18	13,81		7,12		20,93		36,50		57,43		36,44		65,98		18,14		316	
205	desgl.	0,700	18	13,42	15,01	8,35	7,14	21,77	22,15	29,80	31,53	51,57	53,68	42,21	41,43	61,64	67,54	17,95	17,28	348	322
206	desgl.	0,700	18	17,81		5,94		23,75		28,30		52,05		45,63		74,99		15,75		302	
210	desgl.	0,700	15	15,28		6,87		22,15		30,79		52,94		41,84		68,98		11,94		226	
211	desgl.	0,700	15	13,08	14,10	8,55	7,61	21,63	21,72	27,96	30,45	49,59	52,16	43,62	41,68	60,47	64,92	10,55	12,09	231	232
212	desgl.	0,700	15	13,94		7,40		21,34		32,59		53,93		39,57		65,32		13,78		256	
216	desgl.	0,700	12	11,92		7,09		19,01		24,72		43,73		43,47		62,70		11,55		264	
217	desgl.	0,700	12	12,91	12,16	6,14	6,73	19,05	18,89	22,36	24,89	41,41	43,78	46,00	43,26	67,77	64,35	11,14	11,07	269	253
218	desgl.	0,700	12	11,65		6,97		18,62		27,58		46,20		40,30		62,57		10,52		228	

Tabelle 6a (Fortsetzung). **Raygras 1903.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Düngung N	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht: I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze		Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
243	Erde von Solvay-Feld F 1, 3, 5, 7	0,280	18	12,33		5,11		17,44		29,34		46,78		37,28		70,70		16,58		354	
244	desgl.	0,280	18	13,49	13,19	5,74	5,36	19,23	18,55	25,64	29,78	44,87	48,33	42,86	38,58	70,15	71,10	14,89	15,32	332	317
245	desgl.	0,280	18	13,75		5,23		18,98		34,35		53,33		35,59		72,44		14,48		272	
249	desgl.	0,280	15	11,08		4,82		15,90		25,68		41,58		38,23		69,69		13,78		331	
250	desgl.	0,280	15	11,78	12,18	6,20	5,30	17,98	17,48	30,49	27,40	48,47	44,88	37,09	38,97	65,52	69,63	14,40	13,54	297	302
251	desgl.	0,280	15	13,67		4,88		18,55		26,04		44,59		41,60		73,69		12,44		278	
255	desgl.	0,280	12	10,11		4,25		14,36		20,93		35,29		40,69		70,40		10,53		298	
256	desgl.	0,280	12	9,40	9,48	4,51	4,26	13,91	13,73	21,19	20,20	35,10	33,94	39,63	40,49	67,58	68,99	11,16	10,91	318	321
257	desgl.	0,280	12	8,92		4,01		12,93		18,49		31,42		41,15		68,99		11,05		352	
246	desgl.	0,700	18	17,75		7,31		25,06		29,71		54,77		45,75		70,83		17,08		312	
247	desgl.	0,700	18	18,27	18,97	6,97	7,76	25,24	26,73	33,80	30,97	59,04	57,70	42,75	46,30	72,39	71,04	17,27	16,91	292	293
248	desgl.	0,700	18	20,89		9,00		29,89		29,41		59,30		50,40		69,89		16,39		276	
252	desgl.	0,700	15	15,97		7,46		23,43		26,58		50,01		46,85		68,16		13,46		269	
253	desgl.	0,700	15	15,74	16,25	6,54	7,00	22,28	23,24	27,72	28,48	50,00	51,73	44,56	44,98	70,65	69,90	12,48	13,42	250	259
254	desgl.	0,700	15	17,03		6,99		24,02		31,15		55,17		43,54		70,90		14,31		259	
258	desgl.	0,700	12	12,17		6,50		18,67		23,32		41,99		44,46		65,18		11,11		265	
259	desgl.	0,700	12	10,55	11,37	7,67	6,96	18,22	18,33	18,94	21,25	37,16	39,58	49,06	46,42	57,90	61,99	11,13	11,26	299	284
260	desgl.	0,700	12	11,39		6,72		18,11		21,49		39,60		45,73		62,89		11,53		291	

Tabelle 6b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	Düngung N g	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
	Erde von Waldau												
201	Parzelle 33, 34, 35	0,280	18										
202	desgl.	0,280	18	2,10	0,83	1,61	0,50	0,88	0,192	0,048	0,240	0,145	0,385
203	desgl.	0,280	18										
207	desgl.	0,280	15										
208	desgl.	0,280	15	2,00	0,73	1,61	0,37	0,86	0,193	0,031	0,224	0,080	0,304
209	desgl.	0,820	15										
213	desgl.	0,280	12										
214	desgl.	0,280	12	1,88	1,06	1,60	0,46	0,89	0,161	0,044	0,205	0,098	0,303
215	desgl.	0,280	12										
204	desgl.	0,700	18										
205	desgl.	0,700	18	2,33	0,80	1,84	0,43	1,01	0,350	0,057	0,407	0,136	0,543
206	desgl.	0,700	18										
210	desgl.	0,700	15										
211	desgl.	0,700	15	2,18	0,93	1,74	0,50	1,02	0,307	0,071	0,378	0,152	0,530
212	desgl.	0,700	15										
216	desgl.	0,700	12										
217	desgl.	0,700	12	1,67	1,26	1,52	0,45	0,91	0,203	0,085	0,288	0,112	0,400
218	desgl.	0,700	12										
	Erde von Solvay-Feld												
243	F 1, 3, 5, 7	0,280	18										
244	desgl.	0,280	18	1,88	0,83	1,57	0,40	0,85	0,248	0,044	0,292	0,119	0,411
245	desgl.	0,280	18										
249	desgl.	0,280	15										
250	desgl.	0,280	15	2,31	0,77	1,84	0,47	1,00	0,281	0,041	0,322	0,129	0,451
251	desgl.	0,280	15										
255	desgl.	0,280	12										
256	desgl.	0,280	12	1,57	0,87	1,35	0,19	0,66	0,149	0,037	0,186	0,038	0,224
257	desgl.	0,280	12										
246	desgl.	0,700	18										
247	desgl.	0,700	18	1,93	0,90	1,63	0,38	0,96	0,366	0,070	0,436	0,118	0,554
248	desgl.	0,700	18										
252	desgl.	0,700	15										
253	desgl.	0,700	15	1,90	0,88	1,60	0,39	0,93	0,309	0,062	0,371	0,111	0,482
254	desgl.	0,700	15										
258	desgl.	0,700	12										
259	desgl.	0,700	12	1,67	0,95	1,40	0,33	0,82	0,190	0,066	0,256	0,070	0,326
260	desgl.	0,700	12										

1903.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischens Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
0,73	0,28	0,56	0,38	0,44	0,067	0,016	0,083	0,111	0,194	80,00	62,34	80,72	42,78
0,90	0,33	0,73	0,57	0,63	0,087	0,014	0,101	0,123	0,224	86,16	73,68	86,14	45,09
0,77	0,29	0,61	0,39	0,47	0,066	0,012	0,078	0,083	0,161	78,54	67,66	84,62	48,45
1,16	0,30	0,88	0,54	0,68	0,174	0,021	0,195	0,170	0,365	86,00	74,95	89,23	53,42
0,88	0,21	0,64	0,45	0,53	0,124	0,016	1,140	0,137	0,277	81,22	71,32	88,57	50,54
1,08	0,36	0,82	0,36	0,56	0,131	0,024	0,155	0,090	0,245	70,49	72,00	84,52	63,27
0,85	0,31	0,70	0,41	0,52	0,112	0,017	0,129	0,122	0,251	84,93	71,05	86,82	51,39
1,17	0,35	0,93	0,63	0,75	0,143	0,019	0,162	0,173	0,335	87,27	71,40	88,27	48,36
0,94	0,24	0,72	0,72	0,72	0,089	0,010	0,099	0,145	0,244	80,11	83,04	89,90	40,57
0,82	0,93	0,85	0,20	0,50	0,156	0,072	0,228	0,062	0,290	83,94	78,70	68,42	78,62
1,48	0,43	1,17	0,40	0,74	0,241	0,030	0,271	0,114	0,385	83,29	76,97	88,93	70,39
1,35	0,32	0,95	0,37	0,64	0,153	0,022	0,175	0,079	0,254	74,22	78,53	87,43	68,90

Der Versuch hatte folgendes Ergebnis (Tabelle 6):

Trockene Ernte (Mittel).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 201 bis 203	9,16	5,73	29,09	43,98
„ 207 „ 209	9,65	4,27	21,64	35,36
„ 213 „ 215	8,59	4,19	21,30	34,08

Aufgenommen Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 201 bis 203	0,192	0,048	0,145	0,385
„ 207 „ 209	0,193	0,031	0,080	0,304
„ 213 „ 215	0,161	0,044	0,098	0,303

Die Zahlen ergaben, daß durchweg der erste Schnitt etwa doppelt so groß ist wie der zweite, daß die Wurzeln aber etwa doppelt so schwer an Gewicht sind wie beide Grasschnitte zusammen. Die Menge des oberirdischen Teiles, also der im ganzen gewonnenen Grasmenge, wird durch die Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit nur unwesentlich vermehrt, bei einer Steigerung des Wassergehaltes von 12 auf 18 % nur von 12,78 g auf 14,89 g. Die Wurzelmenge, bei 12 und 15 % nahezu gleich, steigt in demselben Falle von 21,30 auf 29,09 g, die Gesamternte bei 12 und 15 % Bodenfeuchtigkeit ebenfalls nahezu gleich, von 34,08 g auf 43,98 g.

Die Erntesteigerung ist also in der Hauptsache durch die für die Ernte in der Praxis gar nicht in Betracht kommenden Wurzeln hervorgerufen.

Anders verhält es sich mit den aufgenommenen Kalimengen. Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, ist der prozentische Kaligehalt im ersten Schnitt etwa zwei- bis dreimal so hoch wie im zweiten, es ergibt sich also, daß von der ganzen im oberirdischen Teile aufgenommenen Kalimenge 78,54, 86,16 und 80,00 % im ersten Schnitte enthalten sind.

Der prozentische Kaligehalt der Wurzeln ist nur etwa halb so hoch wie der des zweiten Schnittes, wir finden also 67,66, 73,68 und 62,34 % des von der ganzen Pflanze aufgenommenen Kalis in dem geernteten Grase. Bei 12 und 15 % Bodenfeuchtigkeit beträgt die im ganzen aufgenommene Kalimenge 0,303 und 0,304 g und steigt bei 18 % Wasser nur auf 0,385 g. Der prozentische Kaligehalt der ganzen Pflanze steigt hier im Gegensatze zu den Karotten trotz der gleichen Düngungsverhältnisse bei der höchsten Wassergabe nicht.

Die aufgenommenen Natronmengen verhalten sich zueinander ähnlich wie die Kalimengen, sind jedoch im ganzen etwas geringer. Die Wurzeln sind außerdem prozentisch natronreicher als der zweite Schnitt, im Gegensatz zum Kali; demgemäß finden wir auch im oberirdischen Teile nur 48,45, 45,09 und 42,78 % der im ganzen aufgenommenen Natronmenge.

b) Starke Stickstoffdüngung, 0,700 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Nr. 204 bis 206 vom 8. Juni bis zur Ernte 18 % Wasser,
„ 210 „ 212 bis zur Ernte 15 % Wasser,
„ 216 „ 218 vom 8. Juni bis zur Ernte 12 % Wasser.

Aussaat am 1. Mai.

Die Pflanzen entwickelten sich auch hier gemäß der Wassergabe, waren aber, wie schon bei dem soeben besprochenen Versuche bemerkt wurde, infolge der größeren Stickstoffgabe üppiger als die vorigen.

Erster Schnitt am 20. Juli, Schlußernte am 1. November.

Im Mittel wurden gefunden (Tabelle 6):

Trockene Ernte:

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 204 bis 206 . . .	15,01	7,14	31,53	53,68
„ 210 „ 212 . . .	14,10	7,61	30,45	52,16
„ 216 „ 218 . . .	12,16	6,73	24,89	43,78

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 204 bis 206 . . .	0,350	0,057	0,136	0,543
„ 210 „ 212 . . .	0,307	0,071	0,152	0,530
„ 216 „ 218 . . .	0,203	0,085	0,112	0,400

Abgesehen von der vermehrten Kaliaufnahme, auf welche wir im nächsten Abschnitt noch zurückkommen werden, hat dieser Versuch im ganzen ein ähnliches Ergebnis wie der vorige.

Der erste Schnitt ergibt auch hier die doppelte Grasmenge im Vergleich mit der zweiten, und das Gewicht der Wurzeln ist um etwa ein Drittel größer als das des oberirdischen Teiles. Durch die erhöhte Wassergabe wird auch hier die Grasmenge nur wenig gesteigert (im ganzen von 18,89 auf 22,15 g), während das Gewicht der Wurzeln bei derselben Vermehrung des Wassers von 24,89 g auf 31,53 g steigt. Die Vermehrung der Gesamternte wird also auch in diesem Versuche in der Hauptsache durch die Wurzeln hervorgerufen, die Höchsternte wurde aber nahezu schon bei 15% Bodenfeuchtigkeit erreicht.

Der prozentische Kaligehalt der einzelnen Pflanzenteile zeigt auch hier im ganzen dasselbe Verhalten wie vorher, nur daß die auf das Gras bezüglichen Zahlen um etwas erhöht sind.

Die aufgenommene Kalimenge steigt mit der Zunahme der Bodenfeuchtigkeit, aber die Höchstaufnahme ist schon bei 15 % Wasser erreicht.

Von dem im ganzen aufgenommenen Kali befinden sich 72,00, 71,32 und 74,95 % im oberirdischen Teile, und davon wiederum 70,49, 81,22 und 86 % im ersten Schnitte. Auch von dem Natron läßt sich dasselbe sagen wie bei dem vorigen Versuche, nur daß alle gefundenen Zahlen hier etwas höher sind.

2. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

(Solvay-Feld, Parzelle 1, 3, 5, 7.)

Parzelle 1 und 5 seit 1902, Parzelle 3 und 7 seit 1901 ohne Kali. Im Mittel enthielten diese Parzellen im Jahre 1903: 0,238 % K_2O und 0,041 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 7,556 kg trockene Erde. Bei allen Versuchen reiche Phosphorsäuregabe, 0,284 g P_2O_5, keine Kalidüngung.

a) Schwache Stickstoffdüngung, 0,280 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Die Wassergaben waren bei:

Nr. 243 bis 245 vom 8. Juni bis zur Ernte 18 % Wasser,
„ 249 „ 251 bis zur Ernte 15 % Wasser,
„ 255 „ 257 vom 8. Juni bis zur Ernte 12 % Wasser.

Aussaat am 1. Mai.

Die Pflanzen zeigten während der ganzen Wachstumszeit fast genau dasselbe Verhalten wie die der ersten Reihe des vorigen Versuches.

Erster Schnitt am 20. Juli, Ernte am 1. November.

Ergebnis des Versuches im Mittel (Tabelle 6):

Trockene Ernte.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 243 bis 245	13,19	5,36	29,78	48,33
„ 249 „ 251	12,18	5,30	27,40	44,88
„ 255 „ 257	9,48	4,26	20,20	33,94

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 243 bis 245	0,248	0,044	0,119	0,411
„ 249 „ 251	0,281	0,041	0,129	0,451
„ 255 „ 257	0,149	0,037	0,038	0,224

Wir lassen hier sogleich den zweiten Versuch folgen.

b) Starke Stickstoffdüngung, 0,700 g N, anfangs stets 15 % Bodenfeuchtigkeit.

Die Wasserverhältnisse des Bodens waren bei:

Nr. 246 bis 248 vom 8. Juni bis zur Ernte 18 % Wasser,
„ 252 „ 254 bis zur Ernte 15 % Wasser,
„ 258 „ 260 vom 8. Juni bis zur Ernte 12 % Wasser.

Aussaat am 1. Mai.

Wachstum, erster Schnitt und Ernte waren wie bei dem vorigen Versuch, nur daß hier die Pflanzen gemäß der größeren Stickstoffdüngung bis fast zum Schlusse eine normal grüne Farbe zeigten.

Als Ergebnis wurden gefunden im Mittel (Tabelle 6):

Trockene Ernte.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 246 bis 248	18,97	7,76	30,97	57,70
„ 252 „ 254	16,25	7,00	28,48	51,73
„ 258 „ 260	11,37	6,96	21,25	39,58

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 246 bis 248	0,366	0,070	0,118	0,554
„ 252 „ 254	0,309	0,062	0,111	0,482
„ 258 „ 260	0,190	0,066	0,070	0,326

Beide hier unmittelbar zusammengestellte Versuchsreihen hatten fast genau das gleiche Ergebnis wie die beiden vorigen. Um uns nicht zu wiederholen, verzichten wir daher auf eine genauere Besprechung dieser Versuche. Hervorgehoben mag werden, daß in dem ersten Schnitte und in den Wurzeln von Nr. 243 bis 248 etwas weniger Kali gefunden wurde als in den entsprechenden Teilen von Nr. 249 bis 251. Im übrigen stimmen alle Zahlen, auch die hier nicht angegebenen, sondern aus Tabelle 6 zu ersehenden über den prozentischen Kaligehalt und über die Natronaufnahme nach Art und Größe mit denen der vorigen beiden Versuche ziemlich genau überein.

Raygras 1904.

(Tabelle 7a und 7b.)

Im Jahre 1904 wurden die Versuche mit Raygras fortgesetzt, jedoch in etwas veränderter Form. Die Hauptänderung bestand darin, daß in jeder der zur Verwendung kommenden Bodenarten Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung stets gleich waren, dagegen erhielt ein Teil der Gefäße Kalidüngung, um die Wirkung des Wassers in kaliarmem und kalireichem Boden feststellen zu können.

Die zur Untersuchung herangezogenen Böden entstammten sämtlich dem Versuchsfelde der Versuchsstation.

1. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 1.
2. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 5.

Diese Parzellen erhielten also, wie schon erwähnt wurde, von 1891 bis 1904 niemals eine Kalidüngung in Form von künstlicher Düngung, 1891 und 1895 aber wurde Stallmist gegeben, 120 Ztr. auf ¼ ha, und 1901 Gründüngung.

3. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 3, seit 1891 wurde weder mit Stallmist, noch mit Kali gedüngt.
4. Solvay-Feld, Streifen E, Parzelle 3, seit 1901 ohne Kalidüngung.
5. Waldau, Parzelle 87, 88, 89, seit 1900 ohne Kali.

Wir wollen zuerst die Versuche 1, 2 und 3 besprechen, da diese nach dem gleichen Plane ausgeführt sind (siehe Tabellen 7a und 7b).

Gegeben wurden stets 0,840 g N als Kalziumnitrat und 0,284 g P_2O_5 als Monokalziumphosphat. Die Aussaat erfolgte am 1. Juni.

Unter sonst gleichen Verhältnissen entwickelten sich die Pflanzen bei größerer Bodenfeuchtigkeit stets üppiger als bei geringerer. Am 25. Juli erfolgte der erste Schnitt. Nach diesem entwickelte sich das Gras in allen Gefäßen sofort wieder sehr kräftig; sehr bald aber blieben in allen Töpfen mit der geringeren Bodenfeuchtigkeit

die Pflanzen wieder zurück, dieses Mal jedoch, da offenbar Kalimangel vorhanden war, mit dunkelgrüner Farbe, welche im Gegensatze zu der normal grünen der andern Gefäße deutlich hervortrat. Bei der geringeren Wassergabe von 15 % waren die Pflanzen außerdem stets etwas kleiner und grüner als bei der größeren (18 %). Scharf hervortretende Unterschiede zwischen den einzelnen Bodenarten waren mit Sicherheit nicht zu erkennen. Ernte am 18. Oktober.

1. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 1.

Inhalt eines Gefäßes 6,766 kg trockene Erde. Der Wassergehalt des Bodens betrug bei Beginn der Versuche stets 13 %. Am 22. Juni jedoch wurde derselbe nach dem aufgestellten Plan auf 15 bzw. 18 % erhöht und blieb so bis zur Ernte. In folgendem sind der Einfachheit wegen stets nur die letzteren Zahlen angegeben. Die Versuche ergaben im Mittel:

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2201/02 (18 % Wasser)	13,27	12,68	50,72	76,66
aufgenommen Kali (K_2O)	0,212	0,219	0,183	0,614
Nr. 2207/08 (15 % Wasser)	12,94	13,84	40,11	66,89
aufgenommen Kali (K_2O)	0,214	0,151	0,140	0,505

b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2203/04 (18 % Wasser)	15,32	12,66	50,56	78,53
aufgenommen Kali (K_2O)	0,247	0,239	0,202	0,688
Nr. 2209/10 (15 % Wasser)	11,56	12,22	39,86	63,63
aufgenommen Kali (K_2O)	0,259	0,204	0,183	0,646

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2205/06 (18 % Wasser)	14,63	14,87	50,76	80,25
aufgenommen Kali (K_2O)	0,465	0,280	0,198	0,943
Nr. 2211/12 (15 % Wasser)	12,50	13,86	43,58	69,93
aufgenommen Kali (K_2O)	0,439	0,273	0,257	0,969

Aus diesen Zahlen ersehen wir zunächst, daß die Gesamternte merklich höher ist als im Jahre 1903. Dieses hat seinen Grund in der etwas vermehrten Stickstoffgabe, vor allem aber auch wohl in der heißen Witterung des Jahres 1904, bei welcher hier in Kulturgefäßen den Pflanzen das Wasser in genügender Menge zur Verfügung stand. Besonders aus letzterem Grunde ist wohl auch der zweite Schnitt ebenso groß und größer als der erste, ebenfalls im Gegensatz zu den Ergebnissen des Jahres 1903. Auch das Verhältnis von oberirdischem Teil zu Wurzel hat sich hier insofern etwas

Tabelle 7a.

Raygras 1904.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2201	Solvay-Feld B 1	—	18	12,98	13,27	12,32	12,68	25,30	25,94	55,11	50,72	80,41	76,66	31,46	33,96	51,30	51,14	22,65	23,44	282	306
2202	desgl.	—	18	13,55		13,03		26,58		46,32		72,90		36,46		50,98		24,22		332	
2207	desgl.	—	15	12,41	12,94	13,87	13,84	26,28	26,78	39,28	40,11	65,56	66,89	40,09	40,04	47,22	48,30	19,85	20,18	303	302
2208	desgl.	—	15	13,47		13,81		27,28		40,93		68,21		39,99		49,38		20,50		301	
2203	desgl.	0,155	18	15,60	15,32	12,76	12,66	28,36	27,98	58,69	50,56	87,05	78,53	32,58	36,00	55,01	54,76	26,41	26,61	303	339
2204	desgl.	0,155	18	15,04		12,55		27,59		42,42		70,01		39,41		54,51		26,80		383	
2209	desgl.	0,155	15	11,29	11,56	11,35	12,22	22,64	23,77	37,26	39,86	59,90	63,63	37,80	37,39	49,87	48,67	20,08	18,95	347	298
2210	desgl.	0,155	15	11,82		13,08		24,90		42,46		67,36		36,97		47,47		17,10		254	
2205	desgl.	0,776	18	14,13	14,63	14,68	14,87	28,81	29,50	47,61	50,76	76,42	80,25	37,70	36,80	49,05	49,59	24,55	25,33	321	316
2206	desgl.	0,776	18	15,13		15,05		30,18		53,90		84,08		35,89		50,13		26,11		311	
2211	desgl.	0,776	15	12,55	12,50	13,71	13,86	26,26	26,36	48,78	43,58	75,04	69,93	34,99	37,90	47,79	47,41	19,65	18,53	262	265
2212	desgl.	0,776	15	12,44		14,01		26,45		38,37		64,82		40,81		47,03		17,41		269	
2213	Solvay-Feld B 3	—	18	15,95	16,60	17,38	17,44	33,33	34,04	54,14	50,42	87,47	84,46	38,10	40,38	47,85	48,74	24,25	23,85	277	282
2214	desgl.	—	18	17,24		17,50		34,74		46,70		81,44		42,66		49,63		23,45		288	
2219	desgl.	—	15	13,22	13,48	15,15	13,47	28,37	26,95	42,89	44,56	71,26	71,51	39,81	37,69	46,60	50,20	20,81	21,61	292	302
2220	desgl.	—	15	13,73		11,79		25,52		46,23		71,75		35,57		53,80		22,40		312	
2215	desgl.	0,155	18	19,32	18,16	16,28	14,66	35,60	32,82	50,12	53,20	85,72	85,92	41,53	38,21	54,27	55,43	24,70	23,63	288	275
2216	desgl.	0,155	18	17,00		13,04		30,04		56,07		86,11		34,89		56,59		22,55		262	

Tabelle 7a (Fortsetzung). **Raygras 1904.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht: I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze		Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2221 2222	Solvay-Feld B 3 desgl.	0,155 0,155	15 15	12,96 13,58	13,27	13,71 13,98	13,85	26,67 27,56	27,12	41,18 37,11	39,15	67,85 64,67	66,26	39,31 42,62	40,97	48,59 49,27	48,93	20,05 22,50	21,28	296 348	321
2217 2218	desgl. desgl.	0,776 0,776	18 18	14,63 14,55	14,59	11,98 15,09	13,54	26,61 29,64	28,13	39,17 50,35	44,76	65,78 79,99	72,89	40,45 37,65	38,75	54,98 49,09	52,04	22,65 22,33	22,49	344 279	309
2223 2224	desgl. desgl.	0,776 0,776	15 15	13,53 12,96	13,25	13,76 12,97	13,37	27,29 25,93	26,11	45,94 38,23	42,09	73,23 64,16	68,70	37,27 40,41	38,84	49,58 49,98	49,78	23,40 20,95	22,18	320 327	323
2225 2226	Solvay-Feld B 5 desgl.	— —	18 18	12,75 12,25	12,50	13,76 15,76	14,76	26,51 28,01	27,26	40,94 43,38	42,16	67,45 71,39	69,42	39,30 39,24	39,27	48,10 43,73	45,92	24,70 26,30	25,50	366 368	367
2231 2232	desgl. desgl.	— —	15 15	13,89 13,22	13,56	13,87 13,54	13,71	27,76 26,76	27,26	28,36 31,06	29,71	56,12 57,82	56,97	49,47 46,28	47,88	50,04 49,40	49,72	21,41 20,10	20,76	382 348	364
2227 2228	desgl. desgl.	0,155 0,155	18 18	12,81 13,81	13,31	14,83 13,85	14,34	27,64 27,66	27,65	41,48 36,39	38,94	69,12 64,05	66,59	39,99 43,19	41,59	46,35 49,93	48,14	26,35 23,70	25,03	381 370	376
2233 2234	desgl. desgl.	0,155 0,155	15 15	12,97 12,92	12,95	14,26 15,44	14,85	27,23 28,36	27,80	33,06 33,01	33,04	60,29 61,37	60,83	45,17 46,21	45,69	47,63 45,56	46,60	19,37 27,70	23,54	321 451	387
2229 2230	desgl. desgl.	0,776 0,776	18 18	15,94 15,77	15,86	16,57 17,04	16,81	32,51 32,81	32,66	42,84 48,63	45,74	75,35 81,44	78,40	43,15 40,29	41,72	49,03 48,06	48,55	22,25 22,00	22,13	295 270	282
2235 2236	desgl. desgl.	0,776 0,776	15 15	14,66 15,94	15,30	14,84 14,84	14,84	29,50 30,78	30,14	33,07 42,29	37,68	62,57 73,07	67,82	47,15 42,12	44,69	49,69 51,79	50,74	19,42 19,70	19,56	310 270	288

Tabelle 7a (Fortsetzung). **Raygras 1904.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2237	Solvay-Feld E 3	—	18	12,94		7,36		20,30		34,91		55,21		36,77		63,74		18,31		332	
2238	desgl.	—	18	9,93	11,11	7,98	6,80	17,91	17,91	31,28	32,01	49,19	49,93	36,41	35,80	55,44	62,18	18,20	17,32	370	347
2239	desgl.	—	18	10,46		5,07		15,53		29,85		45,38		34,22		67,35		15,45		340	
2240	desgl.	—	15	10,14		6,07		16,21		28,22		44,43		36,48		62,55		16,85		379	
2241	desgl.	—	15	8,81	9,32	7,60	7,24	16,41	16,63	26,80	28,10	43,21	44,73	37,98	37,19	53,69	56,52	14,50	15,44	336	345
2242	desgl.	—	15	9,21		8,06		17,27		29,27		46,54		37,11		53,33		14,98		322	
2243	desgl.	—	12	8,79		6,78		15,57		26,00		41,57		37,45		56,45		15,11		363	
2244	desgl.	—	12	7,28	7,88	6,13	6,60	13,41	14,48	25,53	25,21	38,94	39,69	34,44	36,47	54,29	54,36	12,68	13,75	326	346
2245	desgl.	—	12	7,57		6,89		14,46		24,09		38,55		37,51		52,35		13,46		349	
2249	Waldau 87, 88, 89	—	18	11,49		8,00		19,49		37,14		56,63		34,42		58,95		19,32		341	
2250	desgl.	—	18	11,47	11,57	5,86	7,24	17,33	18,80	38,37	36,52	55,70	55,32	31,11	34,02	66,19	61,69	28,10	22,06	504	399
2251	desgl.	—	18	11,74		7,85		19,59		34,05		53,64		36,52		59,93		18,75		350	
2252	desgl.	—	15	10,01		6,53		16,54		29,72		46,26		36,75		60,52		13,81		299	
2253	desgl.	—	15	9,23	9,52	6,90	7,37	16,13	16,89	28,55	28,83	44,68	45,71	36,10	37,26	57,22	56,52	14,07	14,69	315	321
2254	desgl.	—	15	9,32		8,67		17,99		28,21		46,20		38,94		51,81		16,19		350	
2255	desgl.	—	12	7,53		6,04		13,57		22,76		36,33		37,35		55,49		13,80		380	
2256	desgl	—	12	6,28	6,70	5,74	6,06	12,02	12,77	19,00	20,00	31,02	32,76	38,75	39,06	52,25	52,44	9,40	11,30	303	345
2257	desgl.	—	12	6,30		6,41		12,71		18,23		30,94		41,08		49,57		10,70		346	

Tabelle 7b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	g Gegeben K_2O	% Bodenfeuchtigkeit	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2201	Erde von Solvay-Feld B 1	—	18	1,60	1,73	1,66	0,36	0,80	0,212	0,219	0,431	0,183	0,614
2202	desgl.	—	18										
2207	desgl.	—	15	1,65	1,09	1,36	0,35	0,75	0,214	0,151	0,365	0,140	0,505
2208	desgl.	—	15										
2203	desgl.	0,155	18	1,61	1,89	1,74	0,40	0,88	0,247	0,239	0,486	0,202	0,688
2204	desgl.	0,155	18										
2209	desgl.	0,155	15	2,24	1,67	1,95	0,46	1,02	0,259	0,204	0,463	0,183	0,646
2210	desgl.	0,155	15										
2205	desgl.	0,776	18	3,18	1,88	2,53	0,39	1,18	0,465	0,280	0,745	0,198	0,943
2206	desgl.	0,776	18										
2211	desgl.	0,776	15	3,51	1,97	2,70	0,59	1,39	0,439	0,273	0,712	0,257	0,969
2212	desgl.	0,776	15										
2213	Erde von Solvay-Feld B 3	—	18	2,21	1,22	1,70	0,48	0,97	0,367	0,213	0,580	0,242	0,822
2214	desgl.	—	18										
2219	desgl.	—	15	1,38	1,35	1,37	0,32	0,71	0,186	0,182	0,368	0,143	0,511
2220	desgl.	—	15										
2215	desgl.	0,155	18	2,20	1,34	1,82	0,41	0,95	0,400	0,196	0,596	0,218	0,814
2216	desgl.	0,155	18										
2221	desgl.	0,155	15	1,97	1,51	1,73	0,39	0,94	0,261	0,209	0,470	0,153	0,623
2222	desgl.	0,155	15										
2217	desgl.	0,776	18	3,36	1,46	2,45	0,51	1,26	0,490	0,198	0,688	0,228	0,916
2218	desgl.	0,776	18										
2223	desgl.	0,776	15	3,19	2,12	2,70	0,54	1,36	0,423	0,283	0,706	0,227	0,933
2224	desgl.	0,776	15										
2225	Erde von Solvay-Feld B 5	—	18	2,28	1,73	1,98	0,38	1,01	0,285	0,255	0,540	0,160	0,700
2226	desgl.	—	18										
2231	desgl.	—	15	1,80	1,49	1,64	0,38	0,98	0,244	0,204	0,448	0,113	0,561
2232	desgl.	—	15										
2227	desgl.	0,155	18	2,55	1,82	1,83	0,54	1,07	0,339	0,261	0,600	0,210	0,810
2228	desgl.	0,155	18										
2233	desgl.	0,155	15	2,28	1,57	1,90	0,32	1,04	0,295	0,233	0,528	0,106	0,634
2234	desgl.	0,155	15										
2229	desgl.	0,776	18	3,65	1,80	2,70	0,72	1,54	0,579	0,303	0,882	0,329	1,211
2230	desgl.	0,776	18										
2235	desgl.	0,776	15	3,35	3,08	3,22	0,35	1,63	0,513	0,457	0,970	0,132	1,102
2236	desgl.	0,776	15										

1904.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
3,22	1,90	2,58	0,92	1,48	0,427	0,241	0,668	0,467	1,135	49,19	70,20	63,92	58,85
1,82	0,98	1,39	0,43	0,81	0,236	0,136	0,372	0,172	0,544	58,63	72,28	63,44	68,38
2,75	3,93	3,28	0,46	1,47	0,421	0,498	0,919	0,233	1,152	50,82	70,64	45,81	79,77
2,56	1,27	1,90	0,42	1,02	0,296	0,155	0,451	0,195	0,646	55,94	61,08	65,63	57,09
1,02	0,40	0,71	0,38	0,50	0,149	0,059	0,208	0,193	0,401	62,42	79,00	71,63	51,87
2,67	1,41	2,01	0,48	1,06	0,334	0,195	0,529	0,209	0,738	61,66	73,48	63,14	71,68
3,26	0,50	1,84	0,61	1,11	0,541	0,087	0,628	0,308	0,936	63,28	70,56	86,15	67,09
4,47	0,64	2,56	0,48	1,26	0,603	0,086	0,689	0,214	0,903	50,54	72,02	87,52	76,30
1,83	0,49	1,23	0,57	0,82	0,332	0,072	0,404	0,303	0,707	67,11	73,22	82,18	57,14
1,86	0,59	1,21	0,40	0,73	0,247	0,082	0,329	0,157	0,486	55,53	75,44	75,08	67,70
1,09	1,69	1,38	0,49	0,83	0,159	0,229	0,388	0,219	0,607	71,22	75,11	40,98	63,92
2,30	0,89	1,62	0,60	0,99	0,305	0,119	0,424	0,253	0,677	59,92	75,67	71,93	62,63
2,40	1,46	1,89	0,47	1,03	0,300	0,215	0,515	0,198	0,713	52,78	77,14	58,25	72,23
1,51	0,67	1,09	0,39	0,72	0,205	0,092	0,297	0,116	0,413	54,46	79,86	69,02	71,91
1,24	0,73	0,98	0,64	0,78	0,165	0,105	0,270	0,249	0,519	56,63	70,63	61,11	52,02
1,41	0,51	0,93	0,22	0,55	0,183	0,076	0,259	0,073	0,332	55,87	83,28	70,66	78,01
0,89	0,40	0,64	0,58	0,60	0,141	0,067	0,208	0,265	0,473	65,65	72,83	67,79	43,97
1,39	0,42	0,91	0,29	0,57	0,213	0,062	0,275	0,109	0,384	52,89	88,02	77,45	71,61

Tabelle 7b (Fortsetzung). **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	g Gegeben K_2O	% Bodenfeuchtigkeit	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2237	Erde von Solvay-Feld E 3	—	18										
2238	desgl.	—	18	1,76	0,98	1,47	0,46	0,82	0,196	0,067	0,263	0,147	0,410
2239	desgl.	—	18										
2240	desgl.	—	15										
2241	desgl.	—	15	1,97	1,09	1,59	0,39	0,84	0,185	0,079	0,264	0,110	0,374
2242	desgl.	—	15										
2243	desgl.	—	12										
2244	desgl.	—	12	1,85	1,10	1,51	0,58	0,92	0,146	0,073	0,219	0,146	0,365
2245	desgl.	—	12										
2249	Erde von Waldau 87, 88, 89	—	18										
2250	desgl.	—	18	2,76	1,08	2,11	0,58	1,10	0,319	0,078	0,397	0,212	0,609
2251	desgl.	—	18										
2252	desgl.	—	15										
2253	desgl.	—	15	2,18	1,14	1,73	0,39	0,88	0,208	0,084	0,292	0,112	0,404
2254	desgl.	—	15										
2255	desgl.	—	12										
2256	desgl.	—	12	2,37	1,18	1,81	0,52	1,02	0,159	0,072	0,231	0,104	0,335
2257	desgl.	—	12										

geändert, als die Bildung der Wurzeln etwas vermehrt wurde. In bezug auf die Wirkung des Wassers in einem mit Kali gedüngten Boden möchten wir folgendes vorausschicken. Wir erwähnten auf S. 12, daß uns der Querschnitt der Bohrer, mit welchem die Erdproben dem Acker entnommen wurden und demgemäß auch der Teil der Bodenoberfläche, welchen die genommene Probe in Natur einnahm, genau bekannt sei. Mithin konnten wir auch berechnen, wieviel Nährstoffe bei einer bestimmten Düngung des Feldes auf einen den vorliegenden Bodenproben entsprechenden Teil des Ackers entfielen. Die Kalidüngung wurde hier nun wieder stets so hoch gewählt, daß die geringere einer Felddüngung von 3 Ztr. Kainit = 1 Ztr. 40 %igem Kalisalz, die größere einer solchen von 15 Ztr. Kainit = 5 Ztr. 40 %igem Kalisalz auf ¼ ha entsprach. Wir erwähnen an dieser Stelle nochmals, daß wir nicht etwa hofften, hier in Kulturgefäßen die gleiche Düngewirkung wie auf dem Felde zu erzielen, wir bezweckten mit der obigen Maßnahme nur, die Konzentration der Nährlösung solchen, wie sie bei Felddüngungen vorkommen können, annähernd gleich zu machen. Nach dem obigen Plane hatten wir also denselben Boden mit dreifach verschiedenem Kaligehalte vor uns.

Bei dem aufgenommenen Kalium haben wir wieder zu unterscheiden zwischen dem Teile, welcher durch das Gras dem Boden entzogen wird, und demjenigen, welcher

1904.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
1,10	0,28	0,79	0,30	0,47	0,122	0,019	0,141	0,096	0,237	74,52	64,15	86,52	59,49
1,74	0,30	1,11	0,27	0,58	0,163	0,022	0,185	0,076	0,261	70,08	70,59	88,11	70,88
1,54	0,36	1,00	0,40	0,62	0,121	0,024	0,145	0,101	0,246	66,67	60,00	83,45	58,94
0,77	0,20	0,55	0,33	0,40	0,089	0,014	0,103	0,121	0,224	80,35	65,19	86,41	45,98
1,06	0,29	0,72	0,26	0,44	0,101	0,021	0,122	0,075	0,199	71,23	72,28	82,79	61,31
1,52	0,45	1,01	0,37	0,62	0,102	0,027	0,129	0,074	0,203	68,83	68,96	79,07	63,55

als von den Wurzeln aufgenommen im Boden verbleibt und allmählich wieder löslich wird.

a) Ohne Kalidüngung.

Bei 18 % Wasser sind 30 %, bei 15 % dagegen 28 % des aufgenommenen Kalis in den Wurzeln enthalten. Das übrige wurde dem Boden entzogen, und zwar davon im ersten Schnitte 49 % bei 18 % Wasser, 59 % bei 15 % Wasser. Die Gesamtkaliaufnahmen in der oberirdischen Pflanze verhalten sich bei den beiden Wassergaben 18 % und 15 % wie 100 : 85, in der ganzen Pflanze wie 100 : 82.

Der prozentische Kaligehalt im ersten Schnitt ist bei beiden Wassergaben nahezu gleich, 1,60 und 1,65 %, im zweiten Schnitte dagegen bei der geringeren Wassergabe bedeutend niedriger als bei der höheren, nämlich 1,09 % gegen 1,73 % bei fast gleichbleibender Ernte. Die Löslichkeit des Kaliums hatte also offenbar in kurzer Zeit abgenommen. Der prozentische Kaligehalt der Wurzeln war in beiden Fällen gleich.

b) Bei Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

Bei 18 % Wasser sind 29 %, bei 15 % jedoch 28 % des im ganzen aufgenommenen Kalis in den Wurzeln enthalten. Bei wenig Wasser verbleibt hier also von dem aufge-

nommenen Kali auch kaum weniger in den Wurzeln, also auch im Boden zurück als bei reichem Wassergehalt des Bodens.

Von dem im oberirdischen Teile aufgenommenen Kali befinden sich im ersten Schnitte 51 % bei 18 % und 56 % bei 15 % Bodenfeuchtigkeit, ähnlich wie im vorigen Versuch, also mehr bei geringerem Wassergehalt des Bodens. Die Zahlen für Wurzeln und oberirdischen Teil kommen hier aber einander sehr nahe.

Die Gesamtkaliaufnahmen im oberirdischen Teil verhalten sich bei 18 und 15 % Wasser wie 100 : 95, in der ganzen Pflanze wie 100 : 94. Bei schwacher Kalidüngung war also die Kaliaufnahme im oberirdischen Teil bei 18 % Bodenfeuchtigkeit nur noch um 5 %, in den Wurzeln um 9 % höher als bei 15 %.

Der prozentische Kaligehalt des ersten Schnittes ist bei 15 % Wasser gemäß der Erniedrigung der Ernte nicht nur dem bei 18 % erhaltenen gleich, sondern sogar bedeutend, von 1,61 auf 2,24 %, erhöht, im zweiten Schnitte jedoch etwas erniedrigt, was wiederum, da die Ernten gleich sind, auf eine allmähliche Verminderung der Löslichkeit des Kaliums schließen läßt. Der prozentische Kaligehalt der Wurzeln ist bei Erniedrigung der Bodenfeuchtigkeit auf 15 % ein wenig erhöht.

c) Bei Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

Wie schon erwähnt wurde, entspricht die angegebene Düngung einer solchen von 15 Ztr. Kainit auf ¼ ha, den Pflanzen standen also, falls das Kalium im Boden löslich verblieb, sehr große Kalimengen zur Verfügung. Die Kaliaufnahme ist nun auch, wie aus den Zahlen hervorgeht, beträchtlich erhöht gegen diejenige im vorigen Versuche, auch der prozentische Kaligehalt der Ernteteile ist ein höherer. Bei 15 % Bodenfeuchtigkeit ist im Gegensatze zum vorigen Versuch der prozentische Kaligehalt des zweiten Schnittes höher als bei 18 %.

Im übrigen verhalten sich die bei 18 und 15 % Bodenfeuchtigkeit erhaltenen Zahlen hier zueinander ähnlich, wie bei einer Zugabe von 0,155 g K_2O, sind nur höher und die Unterschiede sind geringer.

Besonders letzteres läßt auf erhöhten Reichtum an löslichen Kaliverbindungen schließen. Nach den gemachten Ausführungen halten wir es nicht für erforderlich, die hier gefundenen Zahlen einzeln zu besprechen.

2. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 5.

Inhalt eines Gefäßes: 6,397 kg trockene Erde. Der Wassergehalt des Bodens betrug bei Beginn der Versuche in allen Gefäßen 12,7 % Wasser. Am 22. Juni wurde derselbe, wie bei dem vorigen Versuche, auf 18 % bzw. 15 % Wasser erhöht und blieb in dieser Höhe bis zur Ernte.

Bei der folgenden Besprechung der Versuche sind stets wieder nur die letzteren Zahlen angegeben.

Die Ergebnisse der Versuche waren im Mittel (siehe Tabelle 7a und 7b):

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2225/26 (18 % Wasser)	12,50	14,76	42,16	69,42
aufgenommen Kali (K_2O)	0,285	0,255	0,160	0,700

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2231/32 (15 % Wasser)	13,56	13,71	29,71	56,97
aufgenommen Kali (K_2O)	0,244	0,204	0,113	0,561
b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).				
Nr. 2227/28 (18 % Wasser)	13,31	14,34	38,94	66,59
aufgenommen Kali (K_2O)	0,286	0,219	0,210	0,715
Nr. 2233/34 (15 % Wasser)	12,95	14,85	33,04	60,83
aufgenommen Kali (K_2O)	0,295	0,233	0,106	0,634

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2229/30 (18 % Wasser)	15,86	16,81	45,74	78,40
aufgenommen Kali (K_2O)	0,579	0,303	0,329	1,211
Nr. 2235/36 (15 % Wasser)	15,30	14,84	37,68	67,82
aufgenommen Kali (K_2O)	0,513	0,457	0,132	1,102

Auch in der Besprechung dieser Versuche wollen wir uns kurz fassen. Die Parzelle 5, welcher die Bodenproben entnommen waren, auf demselben Ackerplan gelegen wie die vorige Parzelle 1, aber räumlich von derselben 75 m entfernt liegend, hatte seit 1891 stets dieselbe Düngung erhalten wie diese, aber trotzdem weisen die Resultate dieser Versuche einige grundsätzliche Verschiedenheiten auf.

Die Gesamternte ist überall geringer, was in der Hauptsache auf die hier vorliegende durchweg geringere Wurzelbildung zurückzuführen ist; die Kaliaufnahme ist aber trotzdem überall eine höhere.

Bis auf einige Ausnahmen, bei denen die Zahlen sich ziemlich gleichen, wird durch Verminderung der Bodenfeuchtigkeit auch die Ernte aller einzelnen Pflanzenteile erniedrigt und ebenso die Kaliaufnahme verringert. Ausnahmen bilden hier nur der erste und zweite Schnitt des Versuches b mit einer Zugabe von 0,155 g K_2O.

Gemäß der vermehrten Kaliaufnahme ist der prozentische Kaligehalt der oberirdischen Teile hier fast durchweg höher als bei dem vorigen Versuch. Auffallend verhalten sich die Wurzeln. Ohne Kalidüngung beträgt hier der prozentische Kaligehalt bei 18 und 15 % Wasser 0,38 %, bei Parzelle B 1 fanden wir 0,36 und 0,35 %. Während nun in den mit Kali gedüngten Töpfen der Parzelle B 5 der prozentische Kaligehalt bei 18 % Wasser auf 0,54 % und auf 0,72 % stieg, bei 15 % in der Höhe von 0,32 % und 0,35 % verblieb, stieg unter denselben Bedingungen bei den Versuchen mit dem Boden der Parzelle B 1 bei 15 % der Kaligehalt der Wurzeln auf 0,74 % und 0,59 %, verblieb aber bei 18 % Bodenfeuchtigkeit auf 40 % und 39 %. Diese Zahlen sind gewiß keine zufälligen.

Setzen wir in den Teilversuchen a, b und c dieser Versuchsreihe die bei 18 % Bodenfeuchtigkeit gefundenen Zahlen für Gesamternte und Gesamtkaliaufnahme = 100, so finden wir bei 15 % Wasser folgende Zahlen:

	Gesamternte	Gesamtkaliaufnahme
ohne Kali	82	80
bei Zugabe von 0,155 g Kali	91	89
„ „ „ 0,776 g „	87	91

also die Kaliaufnahme steigt, wenn auch nicht genau mit der Ernte.

Ganz anders bei den Versuchen mit Parzelle B 1. Hier ist bei Zugabe von Kali und gleichzeitiger Verminderung der Bodenfeuchtigkeit in beiden Fällen trotz erheblicher Verminderung der Ernte die Gesamtkaliaufnahme nahezu gleich, steigt bei starker Kaligabe sogar etwas. Auf den oberirdischen Teil berechnet, also auf das Kalium, welches durch die Ernte dem Boden entzogen wird, erhalten wir bei starker Kalidüngung das umgekehrte Ergebnis. Bemerkenswert ist noch, daß Parzelle B 5 durchweg natronärmere Pflanzen geliefert hat als Parzelle B 1. Eine Deutung dieser Ergebnisse wird man nur mit Hilfe der Ergebnisse des vorigen Abschnittes erreichen können, doch wir wollen uns noch nicht zu bestimmt ausdrücken, bevor nicht mehr ähnliche Versuche dieser Art vorliegen.

3. Solvay-Feld, Streifen B, Parzelle 3.

Inhalt eines Gefäßes: 6,903 kg trockene Erde. Anfängliche Bodenfeuchtigkeit stets 12,6 %. Die Erhöhung derselben auf 18 und 15 % erfolgte wie bei den vorigen Versuchen. Als Ergebnisse dieser Versuche finden sich im Mittel (siehe Tabellen 7a u. 7b):

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2213/14 (18 % Wasser)	16,60	17,44	50,42	84,46
aufgenommen Kali (K_2O)	0,367	0,213	0,242	0,822
Nr. 2219/20 (15 % Wasser)	13,48	13,47	44,56	71,51
aufgenommen Kali (K_2O)	0,186	0,182	0,143	0,511

b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2215/16 (18 % Wasser)	18,16	14,66	53,20	85,92
aufgenommen Kali (K_2O)	0,400	0,196	0,218	0,814
Nr. 2221/22 (15 % Wasser)	13,27	13,85	39,15	66,26
aufgenommen Kali (K_2O)	0,261	0,209	0,153	0,623

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2217/18 (18 % Wasser)	14,59	13,54	44,76	72,89
aufgenommen Kali (K_2O)	0,490	0,198	0,228	0,916
Nr. 2223/24 (15 % Wasser)	13,25	13,37	42,09	68,70
aufgenommen Kali (K_2O)	0,423	0,283	0,227	0,933

Diese Versuche ergaben in bezug auf die Bodenfeuchtigkeit ebenfalls, daß mit zunehmendem Wassergehalt des Bodens die Ernte und damit auch zugleich die Kaliaufnahme steigt. Ausnahmen zeigen nur der zweite Schnitt von b und c. Unter b finden wir bei 15 % Wasser eine etwas, unter c an gleicher Stelle eine bedeutend erhöhte Kaliaufnahme. Im ersten Schnitt steigt bei 18 % Bodenfeuchtigkeit zugleich mit der Ernte und Kaliaufnahme auch der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz, beim zweiten Schnitt steigt derselbe stets bei 15 % Wasser, wobei allerdings zu bedenken ist, daß in diesem Falle unter b und c auch die Kaliaufnahme erhöht, unter a bei viel und weniger Wasser nahezu gleich ist.

Der prozentische Kaligehalt der Wurzeltrockensubstanz ist unter a bei 15 % Wasser deutlich verringert, unter b nahezu gleich dem bei 18 % erhaltenen und unter c diesem gegenüber sogar um etwas erhöht.

Von dem im ganzen von der oberirdischen Substanz aufgenommenen Kali befindet sich im ersten Schnitt bei 18 % Wasser stets mehr als bei 15 %, und von dem in der ganzen Pflanze gefundenen Kali ist im oberirdischen Teil bei 18 und 15 % Wasser stets nahezu die gleiche Menge, doch steigt dieselbe etwas mit zunehmendem Kalireichtum des Bodens.

Die erhaltenen Natronzahlen lassen keine Gesetzmäßigkeit erkennen; die größeren Natronmengen wurden bei 18 % und 15 % Bodenfeuchtigkeit gefunden, wenn keine Kalidüngung gegeben war.

In demselben Boden konnte also auch hier veränderte Bodenfeuchtigkeit unter anderen Bedingungen ganz verschiedene Ergebnisse in bezug auf die Kaliaufnahme hervorbringen.

In den drei soeben besprochenen Versuchen standen den Pflanzen stets reiche Phosphorsäure- und Stickstoffmengen und teilweise auch mehr oder weniger große Kalimengen in Form von Düngergaben zur Verfügung, welche, wie aus dem Abschnitt über die Kalibindung im Boden hervorgeht, nicht ohne Wirkung auf die unter dem Einflusse des Wassers erfolgte Kaliaufnahme bleiben können. Die beiden folgenden Versuche sind, um diese Nebenwirkungen auszuschließen, ohne Kalizugabe und bei Stickstoffmangel ausgeführt. Phosphorsäuremangel läßt sich in dem verwendeten, an und für sich schon ziemlich phosphorsäurereichen Boden nicht so zur Geltung bringen wie Stickstoffmangel. Aus diesem Grunde wurde, um klare Resultate zu erzielen, stets noch so viel Phosphorsäure hinzugefügt, daß jeder Phosphorsäuremangel ausgeschlossen war und so die Pflanzen in der Hauptsache im Zeichen des Stickstoffmangels standen.

Als Düngung wurde stets gegeben: 0,280 g N als Kalziumnitrat und 0,284 g P_2O_5 als Monokalziumphosphat. Die Aussaat erfolgte am 1. Juni.

Anfänglich entwickelten sich die Pflanzen sehr kräftig, nahmen aber schon kurz vor dem am 25. Juli erfolgten ersten Schnitte eine hellere Farbe an als die Pflanzen der vorigen drei Versuche. Nach dem ersten Schnitte wuchs das Gras zwar anfangs wieder sehr schnell, blieb aber in allen Gefäßen bald mit hellgrüner bis gelbgrüner Farbe stark zurück und verblieb so bis zu der am 18. Oktober erfolgten Ernte.

4. Solvay-Feld, Streifen E, Parzelle 3.

Nr. 2237 bis 2245 (Tabelle 7a und 7b).

Inhalt eines Gefäßes: 6,397 kg trockne Erde. Anfänglicher Wassergehalt des Bodens in allen Töpfen 12,8 %. Am 22. Juni wurde die Bodenfeuchtigkeit in

Tabelle 8a. **Raygras 1905.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2201	Erde von Solvay-Feld B 3	—	18	14,51	14,36	25,89	26,67	40,40	41,03	48,88	54,52	89,28	95,55	45,25	42,94	35,92	35,00	31,50	31,70	353	332
2202	desgl.	—	18	14,20		27,45		41,65		60,16		101,81		40,91		34,09		31,90		313	
2207	desgl.	—	15	12,65	12,34	27,02	26,57	39,67	38,91	55,91	53,45	95,58	92,35	41,50	42,13	31,89	31,71	29,48	28,93	308	313
2208	desgl.	—	15	12,03		26,11		38,14		50,98		89,12		42,80		31,54		28,38		318	
2203	desgl.	0,155	18	15,48	15,54	24,51	25,93	39,99	41,47	54,27	57,27	94,26	98,74	42,43	42,00	38,71	37,47	31,62	33,22	335	336
2204	desgl.	0,155	18	15,60		27,35		42,95		60,26		103,21		41,61		36,32		34,82		337	
2209	desgl.	0,155	15	12,82	12,92	27,23	27,05	40,05	39,97	48,95	53,87	89,00	93,84	45,00	42,59	32,01	32,32	29,40	28,58	330	305
2210	desgl.	0,155	15	13,02		26,87		39,89		58,70		98,68		40,42		32,64		27,75		281	
2205	desgl.	0,776	18	15,33	15,39	28,19	28,38	43,52	43,77	53,61	56,67	97,13	100,43	44,81	43,58	35,23	35,16	35,86	35,03	369	349
2206	desgl.	0,776	18	15,44		28,57		44,01		59,72		103,73		42,43		35,08		34,20		330	
2211	desgl.	0,776	15	12,16	12,61	28,35	27,87	40,51	40,48	53,50	51,99	94,01	92,46	43,09	43,78	30,02	31,15	28,31	28,61	301	309
2212	desgl.	0,776	15	13,05		27,39		40,44		50,47		90,91		44,48		32,27		28,90		318	
2213	Erde von Solvay-Feld F 3	—	18	14,99	14,79	31,29	31,44	46,28	46,23	69,37	67,19	115,65	113,41	40,02	40,76	32,39	31,99	34,17	32,92	295	290
2214	desgl.	—	18	14,59		31,58		46,17		65,00		111,17		41,53		31,60		31,66		285	
2219	desgl.	—	15	12,80	12,51	26,69	27,32	39,49	39,83	52,35	50,18	91,84	90,00	43,00	44,26	32,41	31,41	26,63	27,43	290	305
2220	desgl.	—	15	12,22		27,94		40,16		48,00		88,16		45,55		30,43		28,22		320	
2215	desgl,	0,155	18	15,16	14,53	30,25	29,29	45,41	43,82	63,59	60,51	109,00	104,33	41,66	42,00	33,38	33,16	32,03	31,51	294	302
2216	desgl.	0,155	18	13,90		28,33		42,23		57,42		99,65		42,38		32,91		30,99		311	

Tabelle 8a (Fortsetzung). **Raygras 1905.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
Nr.	Bodenart	Gegeben K_2O	Bodenfeuchtigkeit	I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
	Erde von																				
2221	Solvay-Feld F 3	0,155	15	13,54	13,09	27,77	27,41	41,31	40,50	54,45	47,90	95,76	88,40	43,14	45,81	32,78	32,32	26,92	27,87	281	315
2222	desgl.	0,155	15	12,63		27,05		39,68		41,35		81,03		48,97		31,83		28,81		356	
2217	desgl.	0,776	18	14,86	14,99	31,32	30,34	46,18	45,33	58,77	56,76	104,95	102,09	44,00	44,40	32,18	33,07	33,45	31,72	319	311
2218	desgl.	0,776	18	15,12		29,36		44,48		54,75		99,23		44,83		33,99		29,98		302	
2223	desgl.	0,776	15	15,12	14,65	26,90	27,33	42,02	41,98	49,90	48,01	91,92	89,99	45,71	46,65	35,98	34,90	26,71	27,98	291	311
2224	desgl.	0,776	15	14,18		27,75		41,93		46,12		88,05		47,62		33,82		29,24		332	
	Erde von																				
2225	Solvay-Feld H 3	—	18	12,87	13,62	28,97	29,82	41,84	43,44	40,50	47,19	82,34	90,63	50,81	47,93	30,76	31,35	29,55	31,08	359	343
2226	desgl.	—	18	14,37		30,67		45,04		53,87		98,91		45,54		31,90		32,60		330	
2231	desgl.	—	15	11,99	11,64	27,37	26,71	39,36	38,34	47,63	41,88	86,99	80,22	45,25	47,79	30,46	30,36	26,36	27,06	303	337
2232	desgl.	—	15	11,28		26,04		37,32		36,12		73,44		50,82		30,23		27,76		378	
2227	desgl.	0,155	18	13,62	13,80	30,17	30,01	43,79	43,80	52,52	49,68	96,31	93,48	45,47	46,85	31,10	31,51	34,75	34,48	361	369
2228	desgl.	0,155	18	13,97		29,84		43,81		46,84		90,65		48,33		31,89		34,20		377	
2233	desgl.	0,155	15	10,75	11,01	30,68	28,28	41,43	39,29	45,90	45,41	87,33	84,70	47,44	46,39	25,95	28,02	26,05	26,34	298	311
2234	desgl.	0,155	15	11,27		25,87		37,14		44,92		82,06		45,26		30,34		26,62		324	
2229	desgl.	0,776	18	15,30	15,44	28,93	29,21	44,23	44,64	53,82	51,26	98,05	95,90	45,11	46,55	34,59	34,59	32,08	31,75	327	331
2230	desgl.	0,776	18	15,57		29,48		45,05		48,70		93,75		48,05		34,56		31,41		335	
2235	desgl.	0,776	15	11,60	11,67	31,44	30,76	43,04	42,43	58,29	53,72	101,33	96,15	42,48	44,13	26,95	27,50	25,39	25,10	251	261
2236	desgl.	0,776	15	11,74		30,08		41,82		49,14		90,96		45,98		28,07		24,81		273	

Tabelle 8b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	g Gegeben K_2O	% Bodenfeuchtigkeit	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2201 2202	Erde von Solvay-Feld B 3 desgl.	— —	18 18	2,61	0,88	1,49	0,24	0,78	0,375	0,235	0,610	0,131	0,741
2207 2208	desgl. desgl.	— —	15 15	2,21	0,74	1,21	0,25	0,65	0,273	0,197	0,470	0,134	0,604
2203 2204	desgl. desgl.	0,155 0,155	18 18	2,95	0,87	1,65	0,17	0,79	0,458	0,226	0,684	0,097	0,781
2209 2210	desgl. desgl.	0,155 0,155	15 15	2,66	0,73	1,35	0,42	0,82	0,344	0,197	0,541	0,226	0,767
2205 2206	desgl. desgl.	0,776 0,776	18 18	4,09	0,84	1,98	0,29	1,03	0,629	0,238	0,867	0,164	1,031
2211 2212	desgl. desgl.	0,776 0,776	15 15	3,58	0,83	1,68	0,43	0,98	0,451	0,231	0,682	0,224	0,906
2213 2214	Erde von Solvay-Feld F 3 desgl.	— —	18 18	3,69	0,91	1,80	0,53	1,05	0,546	0,286	0,832	0,356	1,188
2219 2220	desgl. desgl.	— —	15 15	3,18	1,06	1,73	0,42	1,00	0,398	0,290	0,688	0,211	0,899
2215 2216	desgl. desgl.	0,155 0,155	18 18	3,71	0,97	1,88	0,51	1,09	0,539	0,284	0,823	0,309	1,132
2221 2222	desgl. desgl.	0,155 0,155	15 15	3,29	1,21	1,88	0,40	1,08	0,431	0,332	0,763	0,192	0,955
2217 2218	desgl. desgl.	0,776 0,776	18 18	4,36	1,30	2,31	0,44	1,27	0,654	0,394	1,048	0,250	1,298
2223 2224	desgl. desgl.	0,776 0,776	15 15	4,14	1,34	2,32	0,45	1,32	0,607	0,366	0,973	0,216	1,189
2225 2226	Erde von Solvay-Feld H3 desgl.	— —	18 18	2,33	0,97	1,40	0,25	0,80	0,317	0,289	0,606	0,118	0,724
2231 2232	desgl. desgl.	— —	15 15	2,24	0,95	1,34	0,25	0,77	0,261	0,254	0,515	0,105	0,620
2227 2228	desgl. desgl.	0,155 0,155	18 18	2,54	0,95	1,45	0,24	0,81	0,351	0,285	0,636	0,119	0,755
2233 2234	desgl. desgl.	0,155 0,155	15 15	2,29	1,14	1,46	0,28	0,83	0,252	0,322	0,574	0,127	0,701
2229 2230	desgl. desgl.	0,776 0,776	18 18	3,69	1,10	2,00	0,22	1,05	0,570	0,321	0,891	0,113	1,004
2235 2236	desgl. desgl.	0,776 0,776	15 15	3,50	1,33	1,93	0,24	0,98	0,408	0,409	0,817	0,129	0,946

1905.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
1,67	0,07	0,63	0,34	0,46	0,240	0,019	0,259	0,185	0,444	61	82	93	58
1,53	0,18	0,61	0,30	0,43	0,189	0,048	0,237	0,160	0,397	58	78	80	60
1,39	0,22	0,66	0,24	0,42	0,216	0,057	0,273	0,137	0,410	67	88	79	67
1,33	0,12	0,51	0,43	0,46	0,172	0,032	0,204	0,232	0,436	64	71	84	47
0,77	0,15	0,37	0,31	0,34	0,119	0,043	0,162	0,176	0,338	73	84	73	48
1,05	0,12	0,41	0,44	0,43	0,132	0,033	0,165	0,229	0,394	66	75	80	42
1,34	0,15	0,53	0,82	0,70	0,198	0,047	0,245	0,551	0,796	66	70	81	31
1,13	0,13	0,44	0,69	0,58	0,141	0,036	0,177	0,346	0,523	58	77	80	34
1,22	0,19	0,53	0,64	0,59	0,177	0,056	0,233	0,387	0,620	65	73	76	38
0,79	0,13	0,34	0,45	0,40	0,103	0,036	0,139	0,216	0,355	56	80	74	39
0,40	0,12	0,21	0,59	0,42	0,060	0,036	0,096	0,335	0,431	62	81	63	22
0,43	0,10	0,21	0,55	0,39	0,063	0,027	0,090	0,264	0,354	62	82	70	25
1,47	0,17	0,58	0,72	0,65	0,200	0,051	0,251	0,340	0,591	52	84	80	42
1,71	0,24	0,69	0,60	0,64	0,199	0,064	0,263	0,251	0,514	51	83	76	51
1,05	0,14	0,43	0,60	0,52	0,145	0,042	0,187	0,298	0,485	55	84	78	39
1,16	0,25	0,51	0,67	0,59	0,128	0,071	0,199	0,304	0,503	44	82	64	40
0,50	0,15	0,27	0,45	0,37	0,077	0,044	0,121	0,231	0,352	64	89	64	34
0,74	0,16	0,32	0,46	0,40	0,086	0,049	0,135	0,247	0,382	50	86	64	35

Nr. 2237 bis 2239 . . . . auf 18 %
„ 2240 „ 2242 . . . . „ 15 %
„ 2243 „ 2245 . . . . „ 12 %

gebracht und verblieb auf dieser Höhe bis zur Ernte.

Ergebnisse des Versuches.

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2237 bis 2239 (18 % Wasser)	11,11	6,80	32,01	49,93
aufgenommen Kali (K_2O)	0,196	0,067	0,147	0,410
Nr. 2240 bis 2242 (15 % Wasser)	9,32	7,24	28,10	44,73
aufgenommen Kali (K_2O)	0,185	0,079	0,110	0,374
Nr. 2243 bis 2245 (12 % Wasser)	7,88	6,60	25,21	39,69
aufgenommen Kali (K_2O)	0,146	0,073	0,146	0,365

Die Zahlen lehren zunächst, daß die Mengen des ersten Schnittes und der Wurzeln mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit steigen, der zweite Schnitt bleibt in allen drei Fällen nahezu gleich, die Gesamternte ist mithin um so höher, je wasserreicher der Boden ist.

Aus den Zahlen der Tabelle 7 ersehen wir ferner, daß der oberirdische Teil fast gleichmäßig bei allen drei Wassergaben nur 36 bis 37 % der ganzen Pflanze beträgt, daß dagegen der erste Schnitt einen sehr großen Teil der oberirdischen Substanz, 54 bis 62 % derselben, ausmacht. Mit Abnahme der Bodenfeuchtigkeit wird die Menge des ersten Grasschnittes etwas vermindert.

Wie verhalten sich die aufgenommenen Kalimengen zueinander? Wir sehen, daß im ersten Schnitte mit dem Sinken der Bodenfeuchtigkeit auch die Kaliaufnahme abnimmt, im zweiten dagegen steigt. Auf die ganze Grasernte berechnet, ergibt sich, daß dem Boden bei 18 % und 15 % Bodenfeuchtigkeit nahezu die gleiche Kalimenge entzogen wird, bei 12 % Wasser aber nur etwa 83 % dieser Menge.

Die für die Wurzeln erhaltenen Zahlen schwanken. Setzen wir die Gesamternte und die im ganzen aufgenommene Kalimenge bei 18 % Bodenfeuchtigkeit = 100, so finden wir bei abnehmendem Wassergehalt, also bei 15 und 12 %, für die Ernte 90 % und 79 %, für die aufgenommene Kalimenge 91 und 89 %, oder die Pflanzen wurden mit Abnahme der Bodenfeuchtigkeit prozentisch an Kali etwas reicher, sowohl der oberirdische Teil als auch die ganze Pflanze. Von dem in beiden Grasschnitten aufgenommenen Kali finden wir um so mehr im ersten Schnitte, je größer der Wassergehalt des Bodens ist.

Der prozentische Natrongehalt der Pflanzenteile und der Gesamtnatronaufnahme steigen ein wenig bei Verminderung der Bodenfeuchtigkeit, doch sind die Zahlen bei 15 % im allgemeinen etwas höher als bei 12 %.

5. Acker bei Waldau, Parzelle 87, 88, 89.

Nr. 2249 bis 2257 (Tabelle 7a und 7b).

Inhalt eines Gefäßes 7,359 kg trockene Erde. Anfangs betrug der Wassergehalt des Bodens in allen Töpfen 14,1 %. Vom 22. Juni ab bis zur Ernte wurde jedoch die Bodenfeuchtigkeit erhöht bzw. vermindert bei:

Nr. 2249 bis 2251 . . . . auf 18 %
„ 2252 2254 . . . . „ 15 „
„ 2255 „ 2257 . . . . „ 12 „

Ergebnisse des Versuches.
Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2249 bis 2251 (18 % Wasser)	11,57	7,24	36,52	55,32
aufgenommen Kali (K_2O)	0,319	0,078	0,212	0,609
Nr. 2252 bis 2254 (15 % Wasser)	9,52	7,37	28,83	45,71
aufgenommen Kali (K_2O)	0,208	0,084	0,112	0,404
Nr. 2255 bis 2257 (12 % Wasser)	6,70	6,06	20,00	32,76
aufgenommen Kali (K_2O)	0,159	0,072	0,104	0,335

Als Ergebnis der hier angeführten Zahlen finden wir, daß mit der Abnahme der Bodenfeuchtigkeit die Erntemenge aller Pflanzenteile und der Gesamternte sinkt. Eine Ausnahme bildet wieder nur der zweite Schnitt, in welchem die bei 15 % Wasser gefundene Zahl nicht sinkt, sondern sogar eine geringe Erhöhung erfährt. Ganz dieselben Ausführungen gelten aber auch für die Zahlen, welche sich auf die in der Ernte gefundenen Kalimengen beziehen.

Durch Vermehrung der Bodenfeuchtigkeit hat also unter sonst gleichen Bedingungen wieder eine gesteigerte Kaliaufnahme stattgefunden, und zwar in diesem Falle in bedeutenderem Maße als bei dem vorigen Versuch. Dort fanden wir bei derselben Wasserverminderung ein Zurücktreten der Ernte von 100 auf 90 und 79 %, der Kaliaufnahme von 100 auf 91 und 89 %, hier finden wir für die Erntemenge ein Sinken von 100 auf 83 und 59 %, für die Kaliaufnahme von 100 auf 66 und 55 %.

In diesem letzten Versuch ist bei der höchsten Wassergabe die Kaliaufnahme größer und bei der geringsten kleiner als im vorigen, wodurch die großen Verschiedenheiten der prozentischen Zahlen erklärt werden. In jenem Boden waren also offenbar die Kaliverbindungen des Bodens schwerer löslich als in diesem und außerdem in geringerer Menge vorhanden. Zur Bekräftigung dieser Ansicht kann außerdem der Umstand dienen, daß bei den letzteren Versuchen mit der Waldauer Erde bei jedem Wassergehalt des Bodens die bis zum ersten Schnitt aufgenommenen Kalimengen größer sind als bei dem vorigen Versuch, während die im zweiten Schnitte aufgenommenen Kalimengen sich in allen Fällen nahezu gleichen. Offenbar war bis zum ersten Schnitte der Vorrat an leicht löslichen Kaliverbindungen in beiden Bodenarten erschöpft. Die prozentische Zusammensetzung der Pflanzen nach ihren einzelnen Ernteteilen, Tabelle 7, Sp. 15—18, ist hier fast genau so wie dort und ebenso die entsprechenden, für das aufgenommene Kalium gefundenen Zahlen; letztere sind nur etwas höher als die vorigen.

Die für das Natron gefundenen Zahlen gleichen ebenfalls denen des vorigen Versuches, sind hier nur etwas niedriger als dort.

Raygras 1905.

Die Versuche mit Raygras wurden im Jahre 1905 noch einmal wiederholt, und zwar in ähnlicher Weise wie im Jahre 1904. Es wurden jedoch zum Teil andere Böden geprüft mit vielfach auch veränderter Düngung.

Die Höhe der Kalidüngung wurde jedoch der Vergleichbarkeit wegen gerade so hoch bemessen wie im Jahre 1904.

Die Versuche gliederten sich in zwei Versuchsreihen.

In der ersten wurde die Wirkung des Wassers geprüft bei verschiedenen Böden, welche einerseits ohne Kalidüngung blieben, andrerseits verschieden stark mit Kali gedüngt wurden — Stickstoff und Phosphorsäure waren stets in reicher Menge gegeben —, in der zweiten Reihe wurde niemals eine Kalidüngung gegeben, so daß eine etwaige Kalibindung im Boden in Fortfall kam. Außerdem wurden die letzteren Pflanzen wieder bei Stickstoffmangel gehalten, so daß die Wirkung des Wassers auf die Lösung des Kaliums aus den Bodenbestandteilen klarer zur Geltung kommen konnte.

Bei der Besprechung der ersten Reihe verweisen wir zugleich auf die im Abschnitt 1 über dieselben Versuche gemachten Ausführungen. In der ersten Versuchsreihe wurden geprüft die Böden:

1. Parzelle B 3, seit 1891 niemals mit Kalium, auch nicht mit Stallmist gedüngt;
2. Parzelle F 3, seit 1901 ohne jede Kalizufuhr;
3. Parzelle H 3, seit 1902 ohne jede Kalidüngung.

Wie wir schon im Abschnitt 1 hervorhoben, hatte sich trotz dauernder Unterlassung der Kalidüngung der prozentische Kaligehalt selbst des Bodens der Parzelle B 3 bis zum Jahre 1905 kaum verändert, und doch zeigten alle auf dieser Parzelle gebauten Früchte schon äußerlich die Erscheinungen des Kalimangels in ausgeprägter Weise. Diese beiden Tatsachen lassen sich nur so miteinander in Einklang bringen, daß der an sich kalireiche Boden durch die lange Unterlassung der Kalidüngung arm an leicht löslichen und aufnehmbaren Kaliverbindungen geworden war. Gegenüber der im Boden enthaltenen, an sich sehr großen Kalimenge war die durch die Ernten erfolgte Kalientnahme dennach so gering, daß sie prozentisch selbst in der zweiten und dritten Dezimalstelle kaum zum Ausdruck kam. Da nun in Gefäßversuchen die Wachstumsbedingungen, den jeweiligen Verhältnissen angepaßt, so günstig wie möglich gewählt wurden, da das Gras außerdem die Kalimangelerscheinungen nicht so deutlich zeigt wie Pflanzen mit großer Blattfläche, so kam es, daß bei gleich gewählten Versuchsbedingungen Unterschiede im Wachstum des Grases in den drei verschiedenen Böden äußerlich kaum bemerkbar waren. Bis zu dem am 15. Juli erfolgten ersten Schnitte waren aber bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit die Pflanzen stets kleiner und grüner als bei der höheren. Nach dem ersten Schnitte, als also der Boden der Hauptmenge seiner löslichen Nährstoffe beraubt war, verwischten sich auch diese Unterschiede fast gänzlich.

Aussaat am 17. April. Ernte am 26. September.

1. Parzelle B 3.

Inhalt eines Gefäßes: 7,919 kg trockene Erde. Jeder Versuch erhält eine Grunddüngung von 1,120 g Stickstoff (N) als Kalziumnitrat, 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5) als Bikalziumphosphat.

Kaligabe und Bodenfeuchtigkeit sind aus den folgenden Angaben über die Ergebnisse der Versuche zu ersehen:

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2201/02 (18 % Wasser)	14,36	26,67	54,52	95,55
aufgenommen Kali (K_2O)	0,375	0,235	0,131	0,741
Nr. 2207/08 (15 % Wasser)	12,34	26,57	53,45	92,35
aufgenommen Kali (K_2O)	0,273	0,197	0,134	0,604

b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2203/04 (18 % Wasser)	15,54	25,93	57,27	98,74
aufgenommen Kali (K_2O)	0,458	0 226	0,097	0,781
Nr. 2209/10 (15 % Wasser)	12,92	27,05	53,87	93,84
aufgenommen Kali (K_2O)	0,344	0,197	0,226	0,767

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2205/06 (18 % Wasser)	15,39	28,38	56,67	100,43
aufgenommen Kali (K_2O)	0,629	0,238	0,164	1,031
Nr. 2211/12 (15 % Wasser)	12,61	27,87	51,99	92,46
aufgenommen Kali (K_2O)	0,451	0,231	0,224	0,906

Aus den vorstehenden Zahlen ersehen wir wieder, daß im allgemeinen in einem mit Kali gedüngten und nicht gedüngten Boden mit der Abnahme der Bodenfeuchtigkeit Ernte und Kaliaufnahme sinken, jedoch hier beides in nur beschränktem Maße. Die Menge des zweiten Schnittes wird jedoch durch geringere Bodenfeuchtigkeit nicht erniedrigt. Als Vorfrucht hatte B 3 Kartoffeln, H 3 Zuckerrüben und F 3 Roggen getragen. Dieser Umstand prägt sich in den Ernten sehr scharf aus.

Nach Kartoffeln bleibt der Acker im allgemeinen arm an leicht aufnehmbaren Nährstoffverbindungen zurück; hierbei spielt nicht das Kalium allein eine Rolle. Bei gesteigerter Kalidüngung fand daher stets zwar auch gesteigerte Kaliaufnahme statt, aber bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit konnte die Gesamtentwicklung der Pflanzen doch nicht Schritt halten mit der bei größerem Wassergehalt des Bodens erfolgten Steigerung des Wachstums. Das Verhältnis der bei 18 % und 15 % Bodenfeuchtigkeit erhaltenen Ernten zueinander wurde daher mit Steigerung der Kalidüngung ungünstiger; die Gesamternte stieg trotz erhöhter Kalidüngung bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit nicht. Ebenso ist bei dem oberirdischen Teile kaum eine Erhöhung der Ernte festzustellen.

Bei der höheren Bodenfeuchtigkeit nahmen die Pflanzen unter sonst gleichen Verhältnissen stets mehr Kalium in sich auf als bei der geringeren, und ebenso wurde dem Boden durch das Gras allein bei 18 % Wasser stets bedeutend mehr Kalium ent-

zogen als bei 15 %. Unter allen Umständen wurde der größere Teil des aufgenommenen Kaliums schon im ersten Schnitte gefunden.

2. Parzelle F 3.

Inhalt eines Gefäßes: 7,768 kg trockene Erde. Die Grunddüngung wurde genau so bemessen wie bei B 3. Die Größe der Kalidüngung und Bodenfeuchtigkeit sind aus der folgenden Übersicht zu ersehen:

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2213/14 (18 % Wasser)	14,79	31,44	67,19	113,41
aufgenommen Kali (K_2O)	0,546	0,286	0,356	1,188
Nr. 2219/20 (15 % Wasser)	12,51	27,32	50,18	90,00
aufgenommen Kali (K_2O)	0,398	0,290	0,211	0,899

b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2215/16 (18 % Wasser)	14,53	29,29	60,51	104,33
aufgenommen Kali (K_2O)	0,539	0,284	0,309	1,132
Nr. 2221/22 (15 % Wasser)	13,09	27,41	47,90	88,40
aufgenommen Kali (K_2O)	0,431	0,332	0,192	0,955

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2217/18 (18 % Wasser)	14,99	30,34	56,76	102,09
aufgenommen Kali (K_2O)	0,654	0,394	0,250	1,298
Nr. 2223/24 (15 % Wasser)	14,65	27,33	48,01	89,99
aufgenommen Kali (K_2O)	0,607	0,366	0,216	1,189

Auch diese Versuche zeigen ausnahmslos, ob der Boden mit Kali gedüngt ist oder nicht, daß mit dem Sinken der Bodenfeuchtigkeit der Ertrag geringer wird.

Ebenso sinkt die in jedem Pflanzenteil aufgenommene Kalimenge stets mit der Erniedrigung der Bodenfeuchtigkeit. Eine Ausnahme hiervon macht nur der zweite Schnitt im nicht oder nur schwach mit Kali gedüngten Boden, und auch bei starker Kaligabe sind die Unterschiede nur gering. Diese Abweichung hat ihren Grund jedenfalls in den Absorptionsverhältnissen, wie wir früher auseinandersetzten. Außerdem trug diese Parzelle als Vorfrucht Roggen. Aus diesem Grunde sind wohl auch hier Ernte und Kaliaufnahme größer als im vorigen und im folgenden Versuch.

Auch entzogen wird dem Boden durch das Gras allein bei 18 % Wasser stets mehr als bei 15 %, doch sind bei sehr starker Kaligabe die Unterschiede in diesem erst einige Jahre kalilos bewirtschafteten Boden geringer als in dem vorigen.

3. Parzelle H 3.

Inhalt eines Gefäßes: 7,344 kg trockene Erde. Grunddüngung und Wassergehalt des Bodens waren wie bei den vorigen Versuchen.

Trockene Ernte und aufgenommene Kalimengen.

a) Ohne Kalidüngung.

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2225/26 (18 % Wasser)	13,62	29,82	47,19	90,63
aufgenommen Kali (K_2O)	0,317	0,289	0,118	0,724
Nr. 2231/32 (15 % Wasser)	11,64	26,71	41,88	80,22
aufgenommen Kali (K_2O)	0,261	0,254	0,105	0,620

b) Mit Zugabe von 0,155 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2227/28 (18 % Wasser)	13,80	30,01	49,68	93,48
aufgenommen Kali (K_2O)	0,351	0,285	0,119	0,755
Nr. 2233/34 (15 % Wasser)	11,01	28,28	45,41	84,70
aufgenommen Kali (K_2O)	0,252	0,322	0,127	0,701

c) Mit Zugabe von 0,776 g Kali (K_2O).

	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g
Nr. 2229/30 (18 % Wasser)	15,44	29,21	51,26	95,90
aufgenommen Kali (K_2O)	0,570	0,321	0,113	1,004
Nr. 2235/36 (15 % Wasser)	11,67	30,76	53,72	96,15
aufgenommen Kali (K_2O)	0,408	0,409	0,129	0,946

Wieder ein etwas anderes Bild liefert die Wirkung des Wassers in dem Boden dieser Parzelle H 3. Ohne Kali und bei der schwächeren Kalidüngung sinkt die Ernte stets zugleich mit der Wassergabe, und zwar bei allen Pflanzenteilen.

Bei der stärkeren Kalidüngung findet jedoch infolge geringerer Wassergabe ein Sinken des Ertrages nur im ersten Schnitt statt, im zweiten Schnitt und den Wurzeln finden wir sogar eine geringe Erhöhung des Ertrages, so daß sich die Gesamternten am Schlusse bei größerer und geringerer Bodenfeuchtigkeit fast genau gleichen.

Die hier beobachtete Wirkung des Wassers scheint uns wieder begründet zu sein in der früheren Behandlung des Bodens und der Vorfrucht. Die Parzelle H 3 war erst drei Jahre kalilos bewirtschaftet worden, mußte also von den drei zuletzt behandelten Parzellen die kalireichste sein. Nun haben wir ja festgestellt, daß auf einem an löslichen Kaliverbindungen armen Boden bei 15 % Bodenfeuchtigkeit die Absorption des Kaliums eine geringere ist als bei 18 %, wobei natürlich vorausgesetzt ist, daß der Boden an sich reich an kaliabsorbierenden Bestandteilen ist, möglicherweise durch lange Unterlassung der Kalidüngung künstlich arm an löslichem Kali gemacht wurde.

15 % Wasser sind aber immerhin noch eine mittlere Bodenfeuchtigkeit für den vorliegenden Boden; es liegt daher auf der Hand, daß die Unterschiede zwischen den

Wirkungen der beiden Wassergaben um so geringer sein müssen, je größer der Kalireichtum des Bodens an sich ist und je größer die Kalidüngung bemessen wird. Unter „kalireich" ist also immer zu verstehen: „reich an leicht zersetzbaren und leicht aufnehmbaren Kaliverbindungen".

Dazu kommt in diesem Falle nun noch die Vorfrucht. Der verwendete Boden ist stark mit Nematoden durchsetzt und trug im Vorjahre Zuckerrüben. Zuckerrüben lassen den Boden im allgemeinen ziemlich arm an leicht aufnehmbaren Stoffen zurück, auf nematodenhaltigem Boden ist dieses aber wegen der eigenartigen Wirkung der Nematoden, welche wir im letzten Abschnitte dieser Arbeit besprechen werden, nicht der Fall.

Es entspricht das durchaus der oft gemachten Beobachtung, daß auf nematodenhaltigem Boden, auf welchem infolge des Kalimangels die Rüben sogar teilweise zugrunde gehen, die nach Rüben gebauten Früchte vorzüglich gedeihen und bei sonst normaler Düngung kaum Kalimangel zeigen. Diesen Umständen ist es zuzuschreiben, daß hier trotz der verschiedenen Wassergaben bei starker Kalidüngung keine Ernteunterschiede hervortraten.

Ganz ähnlich äußert sich nun auch in diesem Falle die Wirkung des Wassers in bezug auf die Kaliaufnahme. Bei dem Verhältnis der Bodenfeuchtigkeit 18 : 15 % verhalten sich die Gesamtkaliaufnahmen

ohne Kalidüngung:

bei	Parzelle	B 3	wie	100 : 82
„	„	F 3	„	100 : 76
„	„	H 3	„	100 : 86

mit starker Kalidüngung:

bei	Parzelle	B 3	wie	100 : 88
„	„	F 3	„	100 : 92
„	„	H 3	„	100 : 94

Die Wirkung des Wassers ist also beide Male am wenigsten verschieden in der Parzelle, welche die kürzeste Zeit ohne Kalidüngung gelassen wurde, wobei allerdings wahrscheinlich auch die Wirkung der Nematoden auf die als Vorfrucht gebauten Zuckerrüben zu berücksichtigen ist.

Für die Kalientnahme aus dem Boden durch den oberirdischen Teil, das Gras allein, gilt dasselbe, was auch von den vorigen beiden Parzellen gesagt worden ist.

Bei dem geringeren Wassergehalt des Bodens ist die Kalientnahme stets kleiner als bei größerer Bodenfeuchtigkeit. Dennoch aber unterscheidet sich diese Parzelle in der Art der Kalientnahme von der vorigen. Dort war die Kaliaufnahme im ersten Schnitte stets bedeutend höher als im zweiten, hier ist dieses nur der Fall bei der größeren Bodenfeuchtigkeit; bei der geringeren war in diesem kalireicheren Boden die Kaliaufnahme im zweiten Schnitte ebenso groß oder noch größer als im ersten.

In der zweiten Raygrasversuchsreihe des Jahres 1905 sind fünf verschiedene Bodenarten geprüft. Kali wurde hier niemals gegeben, die Phosphorsäuredüngung war ausreichend groß, 0,284 g P_2O_5, aber die Stickstoffgabe so gering bemessen, 0,280 g N, daß die Pflanzen, falls ihnen der Boden ausreichende Kalimengen lieferte, schwachen Stickstoffmangel zeigen mußten. Jeder Boden wurde bei drei verschiedenen Wassergaben auf seinen Vorrat an löslichem Kali geprüft.

Zur Untersuchung wurden folgende Böden herangezogen:

1. Böden vom Versuchsfeld der Versuchsstation
   a) Solvay-Feld, Parzelle F 3, seit 1901 ohne jede Kalidüngung;
   b) Waldau, Parzelle 87, 88, 89, seit 1903 ohne jede Kalidüngung;
   c) Solvay-Feld, Parzelle F 6, seit 1902 jährlich mit 3 Ztr. Kainit gedüngt.
2. Auswärtige Sandböden:
   a) Jütrichau, Amtsrat Kitzinger;
   b) Buhlendorf (Anhalt), Amtsrat Sperling.

Die Aussaat erfolgte überall am 17. April, und die Entwicklung des Grases war von Anfang an bis zum Schlusse gut. Der erste Schnitt erfolgte am 15. Juli. Das Gras hatte gemäß der geringen Stickstoffgabe keine besonders grüne Farbe und war bei 18 % Bodenfeuchtigkeit stets heller gefärbt als bei 15 und 12 %, weil im ersteren Falle der Stickstoffmangel deutlicher zutage trat. Ernte am 26. September.

Tabellen 9a und 9b.

Wir besprechen zunächst die ersten drei Böden, bei welchen die Bodenfeuchtigkeiten stets 18, 15 und 12 % betrugen.

a) Solvay-Feld, Parzelle F 3

(enthaltend 0,239 % K_2O und 0,039 % Na_2O).

Inhalt eines Gefäßes: 7,768 kg trockene Erde. Anfängliche Bodenfeuchtigkeit stets 12,98 %, vom 12. Mai ab 18, 15 und 12 %.

Trockene Ernte.

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2237/38	18	7,39	12,14	31,33	50,86
„ 2239/40	15	7,83	10,92	27,40	46,15
„ 2241/42	12	6,53	10,62	24,40	41,54

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2237/38	18	0,244	0,109	0,097	0,450
„ 2239/40	15	0,226	0,090	0,093	0,409
„ 2241/42	12	0,193	0,082	0,098	0,373

Der Versuch hatte wieder dasselbe Ergebnis wie die vorigen. Mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit nehmen Ernte und Kaliaufnahme zu. Die Erntegewichte verhalten sich bei 18, 15 und 12 % Bodenfeuchtigkeit wie 100 : 91 : 82, die entsprechend aufgenommenen Kalimengen wie 100 : 91 : 83. In diesem seit 1901 kalilos bewirtschafteten Boden sind also in allen drei Fällen deutliche Unterschiede vorhanden. Das meiste Kalium ist wieder schon im ersten Schnitte aufgenommen worden, der prozentische Kaligehalt des ersten Schnittes beträgt jedoch bei 18 % Wasser im Boden 3,30 % und ist erniedrigt bei 15 und 12 % auf 2,88 % und 2,95 %. In ähnlicher Weise verhält sich auch der zweite Schnitt.

Tabelle 9a (Fortsetzung). **Raygras 1905.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Nr.	Bodenart	Boden-feuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
			I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
			auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2259	Erde von Solvay-Feld F 6	15	8,52	7,93	11,04	11,47	19,56	19,40	27,76	26,62	47,32	46,02	41,34	42,16	43,56	40,88	20,40	20,88	431	454
2260	desgl.	15	7,34		11,90		19,24		25,48		44,72		43,02		38,15		21,35		477	
2261	desgl.	12	7,11	6,87	11,79	10,92	18,90	17,78	25,67	25,21	44,57	42,99	42,41	41,36	37,62	38,64	14,81	15,97	332	371
2262	desgl.	12	6,62		10,04		16,66		24,75		41,41		40,23		39,74		17,13		414	
3301	Jütrichau, Kitzinger	14	10,65	11,06	11,64	10,62	22,29	21,68	24,77	24,69	47,06	46,36	47,37	46,76	47,78	51,01	21,46	21,38	456	461
3302	desgl.	14	11,47		9,59		21,06		24,60		45,66		46,12		54,46		21,30		466	
3303	desgl.	11,5	11,37	10,97	9,50	9,18	20,87	20,15	23,47	23,81	44,34	43,96	47,07	45,84	54,48	54,44	19,73	19,37	445	441
3304	desgl.	11,5	10,57		8,85		19,42		24,15		43,57		44,57		54,43		19,01		436	
3305	desgl.	9	10,29	10,51	8,85	9,12	19,14	19,63	22,00	21,95	41,14	41,51	46,52	47,21	53,76	53,54	17,71	17,60	430	423
3306	desgl.	9	10,72		9,39		20,11		21,90		42,01		47,87		53,31		17,48		416	
3311	Buhlendorf, Sperling	11	6,07	5,96	6,35	6,75	12,42	12,71	19,32	21,06	31,74	33,76	39,13	37,65	48,87	46,89	16,54	16,47	521	488
3312	desgl.	11	5,85		7,14		12,99		22,79		35,78		36,31		45,03		16,40		458	
3313	desgl.	9	6,29	6,32	6,32	6,29	12,61	12,61	25,32	23,36	37,93	35,97	33,25	35,06	49,88	50,12	14,94	15,10	394	420
3314	desgl.	9	6,35		6,25		12,60		21,40		34,00		37,06		50,40		15,26		449	
3315	desgl.	7	4,90	5,23	6,89	6,73	11,79	11,95	14,09	14,05	25,88	26,00	45,56	45,96	41,56	43,77	13,06	13,54	505	521
3316	desgl.	7	5,55		6,56		12,11		14,00		26,11		46,38		45,83		14,01		537	

Tabelle 9a. **Raygras 1905.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Nr.	Bodenart	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht: I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze		Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
			auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2237	Erde von Solvay-Feld F 3	18	7,17	7,39	12,98	12,14	20,15	19,53	33,16	31,33	53,31	50,86	37,80	38,40	35,58	37,84	21,71	22,24	407	437
2238	desgl.	18	7,60		11,30		18,90		29,50		48,40		39,05		40,21		22,76		470	
2239	desgl.	15	7,65	7,83	11,00	10,92	18,65	18,75	27,45	27,40	46,10	46,15	40,46	40,63	41,02	41,76	20,47	20,29	444	440
2240	desgl.	15	8,01		10,84		18,85		27,35		46,20		40,80		42,49		20,11		435	
2241	desgl.	12	6,65	6,53	10,25	10,62	16,90	17,15	23,67	24,40	40,57	41,54	41,66	41,29	39,35	38,08	16,70	16,85	412	406
2242	desgl.	12	6,40		10,99		17,39		25,12		42,51		40,91		36,80		17,00		400	
2247	Erde von Waldau, 87, 88, 89	18	7,93	8,29	11,39	11,10	19,32	19,39	28,04	27,55	47,36	46,93	40,79	41,32	41,05	42,75	22,31	21,51	471	458
2248	desgl.	18	8,64		10,81		19,45		27,05		46,50		41,83		44,42		20,71		445	
2249	desgl.	15	8,00	7,39	11,60	11,87	19,60	19,26	30,40	29,31	50,00	48,57	39,20	39,65	40,82	38,37	18,74	19,22	375	396
2250	desgl.	15	6,77		12,14		18,91		28,22		47,13		40,12		35,80		19,70		418	
2251	desgl.	12	5,94	6,13	10,39	10,40	16,33	16,53	25,10	23,40	41,43	39,93	39,42	41,40	36,37	37,08	13,62	13,99	329	350
2252	desgl.	12	6,32		10,40		16,72		21,70		38,42		43,52		37,80		14,35		374	
2257	Erde von Solvay-Feld F 6	18	9,17	8,68	10,51	11,04	19,68	19,72	25,40	26,60	45,08	46,32	43,66	42,57	46,60	44,02	23,90	24,19	530	522
2258	desgl.	18	8,19		11,57		19,76		27,80		47,56		41,55		41,45		24,48		515	

Tabelle 9b. **Raygras**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			Gefunden Kali									
			in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2237 2238	Erde von Solvay-Feld F 3 desgl.	18 18	3,30	0,90	1,81	0,31	0,88	0,244	0,109	0,353	0,097	0,450
2239 2240	desgl. desgl.	15 15	2,88	0,82	1,69	0,34	0,89	0,226	0,090	0,316	0,093	0,409
2241 2242	desgl. desgl.	12 12	2,95	0,77	1,60	0,40	0,90	0,193	0,082	0,275	0,098	0,373
2247 2248	Erde von Waldau 87, 88, 89 desgl.	18 18	2,72	0,77	1,60	0,31	0,84	0,225	0,085	0,310	0,085	0,395
2249 2250	desgl. desgl.	15 15	2,70	0,65	1,44	0,33	0,77	0,200	0,077	0,277	0,097	0,374
2251 2252	desgl. desgl.	12 12	2,48	0,70	1,36	0,39	0,79	0,152	0,073	0,225	0,091	0,316
2257 2258	Erde von Solvay-Feld F 6 desgl.	18 18	2,65	0,72	1,57	0,39	0,89	0,230	0,079	0,309	0,104	0,413
2259 2260	desgl. desgl.	15 15	2,69	0,68	1,50	0,44	0,89	0,213	0,078	0,291	0,117	0,408
2261 2262	desgl. desgl.	12 12	3,10	0,79	1,68	0,47	0,97	0,213	0,086	0,299	0,118	0,417
3301 3302	Jütrichau, Kitzinger desgl.	14 14	5,03	0,94	3,03	0,21	1,53	0,556	0,100	0,656	0,052	0,708
3303 3304	desgl. desgl.	11,5 11,5	5,24	1,12	3,36	0,31	1,71	0,575	0,103	0,678	0,074	0,752
3305 3306	desgl. desgl.	9 9	5,14	0,98	3,20	0,43	1,74	0,540	0,089	0,629	0,094	0,723
3311 3312	Buhlendorf, Sperling desgl.	11 11	2,50	0,43	1,40	0,24	0,68	0,149	0,029	0,178	0,051	0,229
3313 3314	desgl. desgl.	9 9	2,48	0,53	1,51	0,16	0,63	0,157	0,033	0,190	0,037	0,227
3315 3316	desgl. desgl.	7 7	2,41	0,61	1,40	0,37	0,84	0,126	0,041	0,167	0,052	0,219

1905.

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
0,34	0,12	0,20	0,66	0,49	0,025	0,015	0,040	0,207	0,247	69	78	63	16
0,40	0,10	0,22	0,71	0,51	0,031	0,011	0,042	0,195	0,237	72	77	74	18
0,57	0,27	0,38	0,43	0,41	0,037	0,029	0,066	0,105	0,171	70	74	56	39
0,65	0,23	0,41	0,48	0,45	0,054	0,026	0,080	0,132	0,212	73	78	68	38
0,58	0,15	0,32	0,55	0,46	0,043	0,018	0,061	0,161	0,222	72	74	70	27
0,68	0,19	0,38	0,48	0,44	0,042	0,020	0,062	0,112	0,174	68	71	68	36
0,41	0,22	0,30	0,63	0,49	0,036	0,024	0,060	0,168	0,228	74	75	60	26
0,46	0,16	0,28	0,57	0,45	0,036	0,018	0,054	0,152	0,206	73	71	67	26
0,77	0,26	0,46	0,47	0,46	0,053	0,028	0,081	0,118	0,199	71	72	65	41
0,39	0,14	0,27	0,39	0,33	0,043	0,015	0,058	0,096	0,154	85	93	74	38
0,34	0,15	0,25	0,42	0,34	0,037	0,014	0,051	0,100	0,151	85	90	73	34
0,40	0,15	0,29	0,62	0,46	0,042	0,014	0,056	0,136	0,192	86	87	75	29
0,32	0,10	0,20	0,56	0,43	0,019	0,007	0,026	0,118	0,144	84	78	73	18
0,36	0,12	0,25	0,34	0,31	0,023	0,008	0,031	0,079	0,110	83	84	74	28
0,37	0,10	0,22	0,64	0,45	0,019	0,007	0,026	0,090	0,116	75	76	73	22

b) Waldau, Parzelle 87, 88 und 89
(enthaltend 0,254 % K_2O und 0,038 % Na_2O).

Inhalt eines Gefäßes: 8,042 kg trockene Erde. Bodenfeuchtigkeit anfänglich 15,06 %, vom 12. Mai ab 18, 15 und 12 %.

Trockene Ernte.

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2247/48	18	8,29	11,10	27,55	46,93
„ 2249/50	15	7,39	11,87	29,31	48,57
„ 2251/52	16	6,13	10,40	23,40	39,93

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2247/48	18	0,225	0,085	0,085	0,395
„ 2249/50	15	0,200	0,077	0,097	0,374
„ 2251/52	12	0,152	0,073	0,091	0,316

Dieser Versuch, welcher also in einem erst seit 1903 kalilos bewirtschafteten Boden ausgeführt wurde, unterscheidet sich etwas von dem vorigen. Bei 18 % und 15 % Bodenfeuchtigkeit sind hier die Gesamternten nahezu gleich, bei 12 % sinkt die Ernte wieder bedeutend. Die Erntegewichte verhalten sich hier wie 97 : 100 : 82, ganz ähnlich auch wieder die Kaliaufnahme, nämlich wie 100 : 95 : 80. In dem an löslichen Kaliverbindungen offenbar reicheren Boden hatten also 18 % und 15 % Wasser nahezu die gleiche Wirkung im Gegensatz zu Versuch a. Die Hauptkalimenge ist auch hier stets im ersten Schnitte aufgenommen, aber gemäß den obigen Ausführungen und daher abweichend von Versuch a sind die prozentischen Kaligehalte des ersten Schnittes bei 18 % und 15 % nahezu gleich, 2,72 und 2,70 %, während derselbe bei 12 % Wasser nur 2,48 % beträgt. Im zweiten Schnitte wird die höchste Zahl noch bei 18 % Bodenfeuchtigkeit gefunden.

c) Solvay-Feld, Parzelle F 6.

Dieser Boden enthielt 0,259 % K_2O und 0,079 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes 7,808 kg trockene Erde. Bodenfeuchtigkeit anfänglich stets 12,93 %, vom 12. Mai ab 18 %, 15 % und 12 %.

Trockene Ernte.

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2257/58	18	8,68	11,04	26,60	46,32
„ 2259/60	15	7,93	11,47	26,62	46,02
„ 2261/62	12	6,87	10,92	25,21	42,99

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 2257/58	18	0,230	0,079	0,104	0,413
„ 2259/60	15	0,213	0,078	0,117	0,408
„ 2261/62	12	0,213	0,086	0,118	0,417

In diesem seit 1902 jährlich mit 3 Ztr. Kainit gedüngten Boden (im Jahre 1905 wurde, wie auch in allen anderen Fällen, die Probe vor der Düngung genommen) waren die Unterschiede noch geringer als in den Versuchen a und b, ja Ernten und aufgenommene Kalimengen sind hier nahezu gleich.

Bei den drei Bodenfeuchtigkeiten 18 %, 15 % und 12 % verhalten sich die Ernteergebnisse wie 100 : 99 : 93, die aufgenommenen Kalimengen wie 99 : 98 : 100. Durch die mehrjährige Kalidüngung wurde also der Erfolg erzielt, daß der Boden reich an leicht löslichen Kaliverbindungen war, welche bei einer Bodenfeuchtigkeit von 12 % fast genau so gut ausgenutzt werden konnten wie bei 15 % und 18 %. Die Hauptkalimengen wurden wieder im ersten Schnitte aufgenommen, der prozentische Kaligehalt in diesem ist bei 18 % und 15 % Wasser im Boden wieder nahezu gleich, 2,65 und 2,69 %, steigt aber bei 12 % auf 3,10 %, weil in diesem Falle das leicht lösliche Kali von der doch immerhin noch um 7 % geringeren Ernte (gegen 18 % Wasser) im Überschusse aufgenommen wurde.

Diese Versuche liefern außerdem wieder klar den Beweis für die wassersparende Kraft der Kalisalze, welche aber, wie wir sicher schließen können, immer erst dann eintreten kann, wenn die Absorptionskraft eines Bodens nahezu oder ganz erschöpft ist, wenn also der Boden reich an im Wasser leicht löslichen Kaliverbindungen ist.

Auch in bezug auf die Kalientnahme aus dem Boden durch das Gras allein kommen wir beim Vergleich der für den oberirdischen Teil der Pflanzen gefundenen Zahlen zu ganz ähnlichen Ergebnissen.

Bezüglich aller anderen Zahlen, welche mit der Kaliaufnahme im Zusammenhange stehen, verweisen wir auf die Tabelle 9.

Etwas andere Ergebnisse erhielten wir bei der Prüfung der schon bezeichneten zwei auswärtigen Sandböden.

a) Jütrichau (Amtsrat Kitzinger).

Inhalt eines Gefäßes: 8,000 kg trockener Boden. Anfängliche Bodenfeuchtigkeit 6,24 %, vom 12. Mai ab 14 %, 11,5 % und 9 %.

Der Boden hatte nur geringe wasserfassende Kraft, daher mußten die Bodenfeuchtigkeiten hier sehr niedrig gewählt werden. Leider fehlen uns die Analysen dieser beiden Sandböden; doch wird der Kaligehalt derselben 0,05 % kaum übersteigen. Vergleiche die Analysen derselben Bodenarten aus dem Jahre 1906 auf S. 109 und 110.

Trockene Ernte.

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 3301/02	14	11,06	10,62	24,69	46,36
„ 3303/04	11,5	10,97	9,18	23,81	43,96
„ 3305/06	9	10,51	9,12	21,95	41,58

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 3301/02	14	0,556	0,100	0,052	0,708
„ 3303/04	11,5	0,575	0,103	0,074	0,752
„ 3305/06	9	0,540	0,089	0,094	0,723

Mit Zunahme der Bodenfeuchtigkeit steigt hier die Ernte zwar wieder, wenn auch nur in geringer Weise, die Kaliaufnahme wird jedoch kaum gesteigert. Bei 14 %, 11,5 % und 9 % Wasser im Boden verhalten sich die trockenen Erntegewichte wie 100 : 95 : 90, die aufgenommenen Kalimengen wie 94 : 100 : 96.

Dieser an sich magere Sandboden war offenbar sehr reich an leicht löslichen Kaliverbindungen, denn wir finden hier die höchsten Kaliaufnahmen in dieser ganzen Versuchsreihe. Daher ist es wohl auch gekommen, daß hier die Erntegewichte des ersten und zweiten Schnittes nahezu gleich groß sind, und daß auch im zweiten Schnitte etwas größere Kalimengen aufgenommen wurden als bei den vorigen Versuchen. Die Wurzelbildung tritt hier jedoch etwas zurück.

Der erste Schnitt ist als Folge der eben geschilderten Verhältnisse außerordentlich kalireich; der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz beträgt hier etwa 5 %, ist aber am niedrigsten bei dem höchsten Wassergehalt. Das Hauptergebnis ist jedenfalls, daß in diesem, an absorbierenden Bestandteilen offenbar sehr armen Boden die Pflanzen bei der geringsten Bodenfeuchtigkeit das vorhandene Kalium ebenso gut ausnutzen konnten als bei der höchsten. Mit Abnahme des Wassers im Boden wurden die Wurzeln prozentisch kalireicher. Dieses letztere trifft auch für das Natron zu, während im übrigen sich die für das Natron gefundenen Zahlen stets nur wenig voneinander unterscheiden.

b) Buhlendorf bei Lindau (Anhalt), (Amtsrat Sperling).

Inhalt eines Gefäßes: 8,000 kg trockener Boden. Die Bodenfeuchtigkeit betrug anfänglich 5,53 % und wurde am 12. Mai auf 11 %, 9 % und 7 % erhöht. Die Bodenfeuchtigkeiten mußten hier noch niedriger gewählt werden als im vorigen Versuche wegen der sehr geringen wasserfassenden Kraft dieses Bodens. Über den Kaligehalt dieses Sandbodens siehe S. 109.

Trockene Ernte.

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 3311/12	11	5,96	6,75	21,06	33,76
„ 3313/14	9	6,32	6,29	23,36	35,97
„ 3315/16	7	5,32	6,73	14,05	26,00

Aufgenommen an Kali (K_2O).

	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt g	II. Schnitt g	Wurzeln g	Ganze Pflanze g
Nr. 3311/12	11	0,149	0,029	0,051	0,229
„ 3313/14	9	0,157	0,033	0,037	0,227
„ 3315/16	7	0,126	0,041	0,052	0,219

Einen Sandboden von ganz anderer Beschaffenheit zeigte uns dieser Versuch. Ernte und Kaliaufnahme sind hier außerordentlich gering. Die Gesamternten verhielten sich bei 11 %, 9 % und 7 % Wasser wie 94 : 100 : 72, die aufgenommenen Kalimengen wie 100 : 99 : 96.

Bei der geringsten Bodenfeuchtigkeit sank hier die Ernte ziemlich bedeutend, die aufgenommene Kalimenge aber wieder nur sehr wenig, was auch in diesem Falle darauf schließen läßt, daß das Bodenkali in leicht löslicher Form vorhanden war. Immer-

hin wird es hier etwas schwerer löslich gewesen sein als bei dem vorigen Sandboden, da trotz der Ernteerniedrigung bei dem geringsten Wassergehalt des Bodens auch der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz des ersten Schnittes etwas sinkt. Auch ist die Kalientnahme aus dem Boden durch das Gras allein in diesem letzteren Falle bedeutend geringer als bei dem vorigen Boden.

Die für das Natron gefundenen Zahlen sind im allgemeinen ziemlich gleich und bieten zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß. Wir verweisen daher wegen dieser und aller anderen hier nicht besprochenen Zahlen wieder auf die Tabellen 9a und 9b.

---

3. Einfluß der Düngung.

In den vorigen Abschnitten sahen wir, daß der Reichtum des Bodens an löslichen Kaliverbindungen — der Gesamtkalireichtum ist unter Umständen von nur geringer Bedeutung — für die Kaliaufnahme höchst wichtig sind, und wir sahen ferner, daß dieser Vorrat an löslichen Kaliverbindungen durch die Bodenfeuchtigkeit stark beeinflußt werden kann. Fanden wir auch, daß durch vermehrte Bodenfeuchtigkeit im allgemeinen eine größere Kaliaufnahme stattfand, so sahen wir doch auch, daß in kalihungrigen, stark absorbierenden Böden das in der Düngung gegebene lösliche Kalium bei größerem Wassergehalt des Bodens mehr absorbiert und so für die Pflanzen weniger aufnehmbar wurde als bei geringerer Bodenfeuchtigkeit. In diesem, dem Einflusse der Düngung auf die Kaliaufnahme gewidmeten Abschnitte wollen wir daher den Einfluß der Kalidüngung ausschließen. Es scheint aber, wie schon erwähnt wurde, ziemlich sicher zu sein, daß man unbedingt sicheren Erfolg einer Kalidüngung erst dann zu erwarten hat, wenn die Absorptionskraft eines Bodens, falls dieser solche besitzt, ganz oder nahezu ganz erschöpft ist. Für manche Böden, bei denen lange Zeit die Kalidüngung vernachlässigt wurde, wird es allerdings hierzu wohl erst vieljähriger, starker Kalidüngungen bedürfen

Bei einigen der im folgenden besprochenen Böden unserer eigenen Versuchsfelder, welche erfahrungsgemäß Kali absorbieren, wurde jedoch zum Vergleiche bei den höchsten Stickstoff- und Phosphorsäuregaben auch eine Kalidüngung verabreicht. Aber es wurde stets nur ein verhältnismäßig kleiner Teil dieser Düngung ausgenutzt, wie das nach den Ergebnissen des Abschnittes 1 nicht anders zu erwarten war. Immerhin zeigten diese Versuche, daß die Pflanzen bei den höchsten Stickstoff- und Phosphorsäuregaben noch etwas mehr Kali, als hier gefunden wurde, hätten aufnehmen können, wenn solches in löslicher Form im Boden vorhanden gewesen wäre.

Aber auch die Phosphorsäuredüngung haben wir hier im allgemeinen nicht berücksichtigt, denn die Löslichkeitsverhältnisse der Phosphorsäure im Boden sind so verwickelter Art, daß eine Vereinigung der Phosphorsäure- und Kalifrage eine außerordentliche Vermehrung der Versuche hätte zur Folge haben müssen, um für die Frage der Kaliaufnahme klare Ergebnisse zu erhalten. Wir haben daher die Phosphorsäuregaben stets so hoch gewählt, daß deren Vermehrung keine Erntesteigerung und keine stärkere Kaliaufnahme zur Folge hatte, wovon wir uns durch zahlreiche Versuche überzeugten.

Noch verwickelter würde die Frage geworden sein, wenn wir die Einwirkung verschiedener Kalk- und Magnesiagaben mit zur Untersuchung herangezogen haben würden, da diese Stoffe, besonders der Kalk, nicht nur als Pflanzennahrung dienen, sondern besonders zur Bodenverbesserung gegeben werden, mittelbar dadurch allerdings die Kaliaufnahme der Pflanzen ganz bedeutend beeinflussen können. Diese Wechselwirkungen in ihren Einzelheiten festzustellen, muß daher besonderen Versuchen vorbehalten bleiben. Die Literatur berichtet uns außerdem schon über mancherlei praktisch wichtige Erfahrungen auf diesem Gebiete.

Hier haben wir, um erst einmal eine größere Anzahl sicher zu erklärender Ergebnisse zu erhalten, nur den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Kaliaufnahme geprüft und auch den Stickstoff nur in Form von Salpetersäure (Kalziumnitrat) gegeben, wodurch alle Versuche miteinander nach dieser Richtung hin unmittelbar vergleichbar werden. Um die Unterschiede der Kaliaufnahme deutlich hervortreten zu lassen, haben wir die Stickstoffgaben teilweise in ziemlich weiten Grenzen geändert.

Zuckerrüben 1899.

(Tabelle 10.)

Der verwendete Boden stammte aus Biendorf von einem in gutem Düngezustande befindlichen, nematodenfreien Acker des Herrn Oberamtmanns Braune.

Inhalt eines Gefäßes: 8,058 kg trockene Erde. Der Wassergehalt des Bodens betrug bis zum 1. Juni 15 %, dann bis zur Ernte 16 %.

Tabelle 10. **Zucker-**

Grunddüngung: 0,355 g

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Gewicht der frischen Rübe		Geerntetes			
					Rübe		Kraut	
			auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	g	g	g	g	g	g
215	Erde von Biendorf	0,224	70,5	82,3	17,95	18,96	14,37	13,07
216	desgl.	0,224	94,0		19,97		11,77	
217	desgl.	0,336	118,0	101,0	25,71	21,65	18,52	17,30
218	desgl.	0,336	84,0		17,58		16,08	
219	desgl.	1,820	179,0	192,0	38,14	41,38	30,90	29,86
220	desgl.	1,820	205,0		44,61		28,82	

Gedüngt wurde stets mit 0,355 g Phosphorsäure. Außerdem erhielten:

Nr. 215/216 je 0,224 g Stickstoff (N)
„ 217/218 „ 0,336 „ „
„ 219/220 „ 1,820 „ „

Kalium wurde nicht gegeben.

Die Aussaat erfolgte am 2. Mai. Das Wachstum war den ganzen Sommer hindurch normal; nur prägte sich der Stickstoffmangel an den Blättern der Rüben Nr. 215 bis 218 durch Zurückbleiben und hellgrüne Farbe schon frühzeitig aus, bei Nr. 215 und 216 mehr als bei Nr. 217 und 218. Kräftiges dunkelgrünes Kraut zeigten dagegen bis zum Schlusse Nr. 219 und 220. Die Ernte erfolgte am 15. Oktober.

In diesen verhältnismäßig kleinen Gefäßen konnten natürlich Rüben von normaler Größe nicht erzielt werden. Für die Kaliaufnahme an sich ist dieser Umstand aber ziemlich belanglos, wenn nur die Versuchsbedingungen bei allen Gefäßen die gleichen sind.

Das geerntete Trockengewicht der ganzen Pflanze betrug nach Tabelle 10 durchschnittlich in:

Nr. 215/216 (0,224 g N) . . . . 38,23 g
„ 217/218 (0,336 g N) . . . . 42,70 g
„ 219/220 (1,820 g N) . . . . 79,13 g

Aufgenommen wurde aus dem Boden in der obigen Reihenfolge: 0,531 g, 0,615 g und 0,764 g Kali (K_2O), die Kaliaufnahmen verhielten sich also zueinander wie 70 : 80 : 100.

Bei der schwächeren Erhöhung der Stickstoffgabe von 0,224 g auf 0,336 g stieg nicht nur die im ganzen aufgenommene Kalimenge, sondern auch der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz wurde erhöht, bei der stärksten Stickstoffgabe sank dieser

rüben 1899.

Phosphorsäure (P_2O_5).

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Trockengewicht				Verdunstete Wassermenge		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz		K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze	
Wurzeln		Ganze Pflanze									
auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf l	Mittel l	auf den Topf g	Mittel g	Mittel %	Mittel g	Mittel %	Mittel g
10,24 2,15	6,20	42,56 33,89	38,23	19,13 19,67	19,40	449 580	507	1,390	0,531	1,468	0,561
3,14 4,36	3,75	47,37 38,02	42,70	19,08 17,59	18,34	403 463	430	1,440	0,615	1,678	0,717
12,69 3,10	7,90	81,73 76,53	79,13	25,27 24,25	24,76	309 317	313	0,965	0,764	1,429	1,131

aber bedeutend. Ähnliche Verhältnisse finden wir auch bei dem Natron, nur daß bei der stärksten Stickstoffgabe ein Sinken des prozentischen Natrongehaltes der Trockensubstanz kaum stattfand.

Die Gesamtnatronaufnahmen betrugen 0,561 g, 0,717 g und 1,131 g, verhielten sich also zueinander wie 50 : 63 : 100. Andere Einzelheiten, besonders auch über den Zusammenhang zwischen Kaliaufnahme und Wasserverdunstung der Pflanzen sind aus der Tabelle 10 zu ersehen.

Raygras 1903.

(Tabellen 11a und 11b.)

Die hierher gehörigen Versuche sind teilweise schon besprochen im Abschnitt 2 bei der Besprechung des Einflusses der Bodenfeuchtigkeit. Hier behandeln wir also nur die Wirkung verschiedener Stickstoffdüngungen. Die Entwicklung des Grases in allen folgenden Versuchen war von Anfang an gut und den Wasser- und Stickstoffgaben entsprechend. Nach dem ersten Schnitte glichen sich die Unterschiede mehr aus, waren aber bis zur Schlußernte stets deutlich zu bemerken.

1. Boden vom Versuchsfelde der Versuchsstation.

Waldau, Parzelle 33, 34, 35.
(Feld seit 1902 ohne Kalidüngung.)

Inhalt eines Gefäßes: 7,556 kg trockene Erde. Bei den Versuchen stets reichliche Phosphorsäuregabe (0,284 g P_2O_5), keine Kalidüngung.

Aussaat: 1. Mai. Erster Schnitt: 20. Juli. Ernte: 1. November.

a) 18 % Bodenfeuchtigkeit:

		Trockene Ernte			
	Gegeben Stickstoff	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 201 bis 203	0,280	9,16	5,73	29,09	43,98
„ 204 „ 206	0,700	15,01	7,14	31,53	53,68

		Aufgenommen Kali (K_2O)			
	Gegeben Stickstoff	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 201 bis 203	0,280	0,192	0,048	0,145	0,385
„ 204 „ 206	0,700	0,350	0,057	0,136	0,543

b) 15 % Bodenfeuchtigkeit:

		Trockene Ernte			
	Gegeben Stickstoff	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 207 bis 209	0,280	9,65	4,27	21,64	35,36
„ 120 „ 212	0,700	14,10	7,61	30,45	52,16

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 207 bis 209	0,280	0,193	0,031	0,080	0,304
„ 210 „ 212	0,700	0,307	0,071	0,152	0,530

c) 12 % Bodenfeuchtigkeit:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 213 bis 215	0,280	8,59	4,19	21,30	34,08
„ 216 „ 218	0,700	12,16	6,73	24,89	43,78

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 213 bis 215	0,280	0,161	0,044	0,098	0,303
„ 216 „ 218	0,700	0,203	0,085	0,112	0,400

Aus den Versuchen geht zunächst hervor, daß bei jeder der angewandten Bodenfeuchtigkeiten durch Erhöhung der Stickstoffgabe auch die Erntemenge aller Pflanzenteile vermehrt wird.

Durch die gesteigerte Erntemenge wird aber zugleich auch die im ganzen aufgenommene Kalimenge vermehrt, und zwar findet bei jeder Erhöhung der Ernte auch eine Steigerung des prozentischen Kaligehaltes der ganzen Pflanze statt. Bei der geringsten Bodenfeuchtigkeit von 12 % ist diese Steigerung allerdings sehr gering.

Ähnliche Verhältnisse finden wir, wenn wir die für den oberirdischen Teil, das Gras allein, gefundenen Zahlen miteinander vergleichen. Auch hier werden durch die erhöhte Stickstoffgabe jedesmal Erntemenge und Kaliaufnahme gesteigert, eine Erhöhung des prozentischen Kaligehaltes findet jedoch nur statt bei 18 und 15 % Bodenfeuchtigkeit, bei 12 % bewirkt die stärkere Stickstoffdüngung ein schwaches Sinken desselben.

Auf welche Einflüsse ist die durch verstärkte Stickstoffdüngung hervorgerufene erhöhte Kaliaufnahme zurückzuführen? Wir besprachen im vorigen Abschnitte die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit und fanden dort, daß unter sonst gleichen Verhältnissen bei größerem Wassergehalt des Bodens eine vermehrte Kaliaufnahme durch die Pflanzen stattfand.

Hier finden wir nun im Durchschnitt folgende Zahlen:

	Bodenfeuchtigkeit	Gegeben Stickstoff	Ernte ganze Pflanze	Kali gef. in der ganzen Pflanze	Kali in der ganzen Pflanze
	%	g	g	g	%
Nr. 204 bis 206	18	0,700	53,68	0,543	1,01
„ 210 „ 212	15	0,700	52,16	0,530	1,02
„ 216 „ 218	12	0,700	43,78	0,400	0,91
Nr. 201 bis 203	18	0,280	43,98	0,385	0,88
„ 207 „ 209	15	0,280	35,36	0,304	0,86
„ 213 „ 215	12	0,280	34,08	0,303	0,89

Tabelle 11a. **Raygras 1903.** Grunddüngung: 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht: I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze		Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
201	Versuchsfeld der Versuchsstation, Waldau Parzelle 33, 34, 35	0,280	18	9,82		6,09		15,91		29,93		45,84		34,71		61,72		12,56		274	
202		0,280	18	8,48	9,16	5,46	5,73	13,94	14,89	32,16	29,09	46,10	43,98	30,24	33,88	60,83	61,48	13,30	14,23	288	324
203		0,280	18	9,18		5,65		14,83		25,18		40,01		36,70		61,90		16,93		424	
204		0,700	18	13,81		7,12		20,93		36,50		57,43		36,44		65,98		18,14		316	
205		0,700	18	13,42	15,01	8,35	7,14	21,77	22,15	29,80	31,53	51,57	53,68	42,21	41,43	61,64	67,54	17,95	17,28	348	322
206		0,700	18	17,81		5,94		23,75		28,30		52,05		45,63		74,99		15,75		302	
207		0,280	15	9,02		3,84		12,86		15,47		28,33		45,39		70,14		12,80		452	
208		0,280	15	10,66	9,65	4,02	4,27	14,68	13,93	23,15	21,64	37,83	35,36	38,81	39,77	72,62	69,31	13,03	12,94	349	364
209		0,280	15	9,28		4,96		14,24		26,31		40,55		35,12		65,17		13,00		321	
210		0,700	15	15,28		6,87		22,15		30,79		52,94		41,84		68,98		11,94		226	
211		0,700	15	13,08	14,10	8,55	7,61	21,63	21,72	27,96	30,45	49,59	52,16	43,62	41,68	60,47	64,92	10,55	12,09	231	232
212		0,700	15	13,94		7,40		21,34		32,59		53,93		39,57		65,32		13,78		256	
213		0,280	12	9,26		4,42		13,68		24,54		38,22		35,79		67,69		6,83		179	
214		0,280	12	9,16	8,59	3,78	4,19	12,94	12,78	20,84	21,30	33,78	34,08	38,31	37,61	70,80	67,09	8,28	7,71	245	226
215		0,280	12	7,35		4,36		11,71		18,52		30,23		38,74		62,77		8,02		265	
216		0,700	12	11,92		7,09		19,01		24,72		43,73		43,47		62,70		11,55		264	
217		0,700	12	12,91	12,16	6,14	6,73	19,05	18,89	22,36	24,89	41,41	43,78	46,00	43,26	67,77	64,35	11,14	11,07	269	253
218		0,700	12	11,65		6,97		18,62		27,58		46,20		40,30		62,57		10,52		228	

Tabelle 11a (Fortsetzung). **Raygras 1903.** Grunddüngung: 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
243	Versuchsfeld der Versuchsstation Parzelle F 1, F 3, F 5, F 7	0,280	18	12,33		5,11		17,44		29,34		46,78		37,28		70,70		16,58		354	
244		0,280	18	13,49	13,19	5,74	5,36	19,23	18,55	25,64	29,78	44,87	48,33	42,86	38,58	70,15	71,10	14,89	15,32	332	317
245		0,280	18	13,75		5,23		18,98		34,35		53,33		35,59		74,34		14,48		272	
246		0,700	18	17,75		7,31		25,06		29,71		54,77		45,75		70,83		17,08		312	
247		0,700	18	18,27	18,97	6,97	7,76	25,24	26,73	33,80	30,97	59,04	57,70	42,75	46,30	72,39	71,04	17,27	16,91	292	293
248		0,700	18	20,89		9,00		29,89		29,41		59,30		50,40		69,89		16,39		276	
249		0,280	15	11,08		4,82		15,90		25,68		41,58		38,23		69,69		13,78		331	
250		0,280	15	11,78	12,18	6,20	5,30	17,98	17,48	30,49	27,40	48,47	44,88	37,09	38,97	65,52	69,63	14,40	13,54	297	302
251		0,280	15	13,67		4,88		18,55		26,04		44,59		41,60		73,69		12,44		278	
252		0,700	15	15,97		7,46		23,43		26,58		50,01		46,85		68,16		13,46		269	
253		0,700	15	15,74	16,25	6,54	7,00	22,28	23,24	27,72	28,48	50,00	51,73	44,56	44,98	70,65	69,90	12,48	13,42	250	259
254		0,700	15	17,03		6,99		24,02		31,15		55,17		43,54		70,90		14,31		259	
255		0,280	12	10,11		4,25		14,36		20,93		35,29		40,69		70,40		10,53		298	
256		0,280	12	9,40	9,48	4,51	4,26	13,91	13,73	21,19	20,20	35,10	33,94	39,63	40,49	67,58	68,99	11,16	10,91	318	321
257		0,280	12	8,92		4,01		12,93		18,49		31,42		41,15		68,99		11,05		352	
258		0,700	12	12,17		6,50		18,67		23,32		41,99		44,46		65,18		11,11		265	
269		0,700	12	10,55	11,37	7,67	6,96	18,22	18,33	18,94	21,25	37,16	39,58	49,06	46,42	57,90	61,99	11,13	11,26	299	284
260		0,700	12	11,39		6,72		18,11		21,49		39,60		45,73		62,89		11,53		291	

Tabelle 11b. **Raygras 1903.** Grunddüngung:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	Gegeben N g	Bodenfeuchtigkeit %	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
201		0,280	18										
202		0,280	18	2,10	0,83	1,61	0,50	0,88	0,192	0,048	0,240	0,145	0,385
203		0,280	18										
204		0,700	18										
205		0,700	18	2,33	0,80	1,84	0,43	1,01	0,350	0,057	0,407	0,136	0,543
206		0,700	18										
207	Versuchsfeld der	0,280	15										
208		0,280	15	2,00	0,73	1,61	0,37	0,86	0,193	0,031	0,224	0,080	0,304
209	Versuchsstation	0,280	15										
210	Waldau,	0,700	15										
211		0,700	15	2,18	0,93	1,74	0,50	1,02	0,307	0,071	0,378	0,152	0,530
212	Parz. 33, 34, 35	0,700	15										
213		0,280	12										
214		0,280	12	1,88	1,06	1,60	0,46	0,89	0,161	0,044	0,205	0,098	0,303
215		0,280	12										
216		0,700	12										
217		0,700	12	1,67	1,26	1,52	0,45	0,91	0,203	0,085	0,288	0,112	0,400
218		0,700	12										
243		0,280	18										
244		0,280	18	1,88	0,83	1,57	0,40	0,85	0,248	0,044	0,292	0,119	0,411
245		0,280	18										
246		0,700	18										
247		0,700	18	1,93	0,90	1,63	0,38	0,96	0,366	0,070	0,436	0,118	0,554
248		0,700	18										
249	Versuchsfeld der	0,280	15										
250		0,280	15	2,31	0,77	1,84	0,47	1,00	0,281	0,041	0,322	0,129	0,451
251	Versuchsstation	0,280	15										
252	Parz. F 1, F 3, F 5,	0,700	15										
253		0,700	15	1,90	0,88	1,60	0,39	0,93	0,309	0,062	0,371	0,111	0,482
254	F 7	0,700	15										
255		0,280	12										
256		0,280	12	1,57	0,87	1,35	0,19	0,66	0,149	0,037	0,186	0,038	0,224
257		0,280	12										
258		0,700	12										
259		0,700	12	1,67	0,95	1,40	0,33	0,82	0,190	0,066	0,256	0,070	0,326
260		0,700	12										

0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
0,73	0,28	0,56	0,38	0,44	0,067	0,016	0,083	0,111	0,194	80,00	62,34	80,72	42,78
1,16	0,30	0,88	0,54	0,68	0,174	0,021	0,195	0,170	0,365	86,00	74,95	89,23	53,42
0,90	0,33	0,73	0,57	0,63	0,087	0,014	0,101	0,123	0,224	86,16	73,68	86,14	45,09
0,88	0,21	0,64	0,45	0,53	0,124	0,016	0,140	0,137	0,277	81,22	71,32	88,57	50,54
0,77	0,29	0,61	0,39	0,47	0,066	0,012	0,078	0,083	0,161	78,54	67,66	84,62	48,45
1,08	0,36	0,82	0,36	0,56	0,131	0,024	0,155	0,090	0,245	70,49	72,00	84,52	63,27
0,85	0,31	0,70	0,41	0,52	0,112	0,017	0,129	0,122	0,251	84,93	71,05	86,82	51,39
0,82	0,93	0,85	0,20	0,50	0,156	0,072	0,228	0,062	0,290	83,94	78,70	68,42	78,62
1,17	0,35	0,93	0,63	0,75	0,143	0,019	0,162	0,173	0,335	87,27	71,40	88,27	48,36
1,48	0,43	1,17	0,40	0,74	0,241	0,030	0,271	0,114	0,385	83,29	76,97	88,93	70,39
0,94	0,24	0,72	0,72	0,72	0,089	0,010	0,099	0,145	0,244	80,11	83,04	89,90	40,57
1,35	0,32	0,95	0,37	0,64	0,153	0,022	0,175	0,079	0,254	74,22	78,53	87,43	68,90

Kalidüngung.

Die Versuche 204 bis 206 und 210 bis 212 zeigen, daß bei einer Stickstoffgabe von 0,700 g schon durch eine Bodenfeuchtigkeit von 15 % nahezu die größtmögliche Kalimenge aus dem Boden gelöst wurde; die Zahlen für die erhaltene Ernte und die gefundene Kalimenge stimmen fast überein mit den bei 18 % gefundenen Zahlen. Verringert man bei 18 % Wasser die Stickstoffgabe auf 0,280 g, so wird die Ernte von 53,68 g auf 43,98 g heruntergedrückt; nahezu dieselbe Ernte, nämlich 43,78 g, erhalten wir aber auch bei 12 % Bodenfeuchtigkeit und einer Stickstoffgabe von 0,700 g. Auch in diesem zweiten Falle sind die aufgenommenen Kalimengen wieder fast gleich, nur der Ernte entsprechend erniedrigt, wir finden hier 0,385 g und 0,400 g K_2O.

Bei der geringsten Srickstoffgabe von 0,280 g erhalten wir bei 12 und 15 % Bodenfeuchtigkeit gleiche Ernten und gleiche Kaliaufnahmen, nämlich 35,36 und 34,08 g Trockensubstanz mit aufgenommenen Kalimengen von 0,304 und 0,303 g.

Erwähnt sei noch, daß in jedem der drei besprochenen Fälle auch der prozentische Kaligehalt der Pflanzen unter sich nahezu gleich war, am höchsten im ersten, am niedrigsten im dritten Falle.

Die Zahlen liefern den sicheren Beweis dafür, daß in diesem Falle für die Kaliaufnahme neben der Bodenfeuchtigkeit die Stickstoffdüngung von großer Bedeutung war. Bei der geringeren Stickstoffgabe von 0,280 g hatten wir bei 12 und 15 % Bodenfeuchtigkeit den gleichen Erfolg, bei der größeren Gabe von 0,700 g Stickstoff hatten 15 und 18 % Wasser das gleiche Ergebnis. Gleiche Wirkung wurde aber auch erzielt bei 18 % Wasser und einer Gabe von 0,280 g N einerseits und 12 % Wasser bei einer Düngung mit 0,700 g N andererseits. Für die Kaliaufnahme kommt hier also nicht allein die Bodenfeuchtigkeit in Betracht, sondern auch die Stickstoffdüngung, und zwar liegt jedenfalls eine Wechselwirkung zwischen beiden vor; die Abnahme der Löslichkeit des Kaliums im Boden bei verminderter Bodenfeuchtigkeit kann offenbar bei erhöhter Stickstoffdüngung durch gesteigerte Wurzeltätigkeit wieder ausgeglichen werden.

Daß für Phosphorsäure die Verhältnisse ebenso oder ähnlich liegen werden, ist wohl anzunehmen, muß aber noch bewiesen werden.

Die Menge des Grases im Verhältnis zu den Wurzeln wird hier bei einer bestimmten Bodenfeuchtigkeit durch erhöhte Stickstoffgabe stets vergrößert, die Menge des ersten Schnittes im Verhältnis zum zweiten aber nur bei 18 % Wasser; bei 15 und 12 % Bodenfeuchtigkeit tritt, vielleicht infolge der Erhöhung der Konzentration der Nährlösung, eine geringe Verminderung des ersten Schnittes ein.

Bei der größten Bodenfeuchtigkeit wird durch erhöhte Stickstoffgabe auch die Kaliaufnahme im ersten Schnitte erhöht, bei geringerem Wassergehalte des Bodens jedoch wieder erniedrigt. Durch erhöhte Stickstoffgabe wird aber auch stets die Natronaufnahme erhöht, überhaupt erhalten wir für das Natron ganz ähnliche Zahlen wie für das Kali.

2. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

Solvayfeld, Streifen F, Parzelle 1, 3, 5, 7.

Parzelle 3 und 7 waren seit 1901, Parzelle 1 und 5 seit 1902 ohne jede Kalidüngung.

Inhalt eines Gefäßes: 7,556 g trockene Erde. Kalidüngung wurde auch hier nicht gegeben, jedoch erhielt jedes Gefäß 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

Aussaat: 1. Mai. Erster Schnitt: 20. Juli. Ernte: 1. November.

Die Versuche hatten im Mittel folgendes Ergebnis:

a) 18 % Bodenfeuchtigkeit:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 243 bis 245	0,280	13,19	5,36	29,78	48,33
„ 246 „ 248	0,700	18,97	7,76	30,97	57,70

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 243 bis 245	0,280	0,248	0,044	0,119	0,411
„ 246 „ 248	0,700	0,366	0,070	0,118	0,554

b) 15 % Bodenfeuchtigkeit:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 249 bis 251	0,280	12,18	5,30	27,40	44,88
„ 252 „ 254	0,700	16,25	7,00	28,48	51,73

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 249 bis 251	0,280	0,281	0,041	0,129	0,451
„ 252 „ 254	0,700	0,309	0,062	0,111	0,482

c) 12 % Bodenfeuchtigkeit:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 255 bis 257	0,280	9,48	4,26	20,20	33,94
„ 258 „ 260	0,700	11,37	6,96	21,25	39,58

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 255 bis 257	0,280	0,149	0,037	0,038	0,224
„ 258 „ 260	0,700	0,190	0,066	0,070	0,326

Das Hauptergebnis dieses Versuches gleicht dem vorigen: Unter sonst gleichen Bedingungen wird bei jeder Bodenfeuchtigkeit durch eine Erhöhung der Stickstoffgabe die Ernte und damit auch zugleich die Gesamtkaliaufnahme aus dem Boden vermehrt, ebenso die Kalientnahme aus dem Boden allein durch das Gras ohne Wurzeln.

Fragen wir wiederum, wodurch bei verstärkter Stickstoffdüngung die größere Kaliaufnahme verursacht wird, so kommen wir hier zu einem etwas anderen Ergebnis, als bei dem vorigen Versuche. Wir stellen zunächst die Zahlen wieder wie dort zusammen:

	Bodenfeuchtigkeit %	Gegeben Stickstoff g	Ernte ganze Pflanze g	Kali gef. in der ganzen Pflanze g	Kali in der ganzen Pflanze %
Nr. 246 bis 248	18	0,700	57,70	0,554	0,96
„ 252 „ 254	15	0,700	51,73	0,482	0,93
„ 258 „ 260	12	0,700	39,58	0,326	0,82
Nr. 243 bis 245	18	0,280	48,33	0,411	0,85
„ 249 „ 251	15	0,280	44,88	0,451	1,00
„ 255 „ 257	12	0,280	33,94	0,224	0,66

In dem vorigen Versuche wurden bei Bodenfeuchtigkeit von 18 und 15 % fast genau gleiche Ernten und Kaliaufnahmen erhalten, wenn mit 0,700 g Stickstoff gedüngt wurde. Hier waren bei 15 % Wasser im Boden Ernte und Kaliaufnahme geringer als bei 18 % (Nr. 246 bis 248 und 252 bis 254).

Bei 18 % Bodenfeuchtigkeit und einer Düngung mit 0,280 g Stickstoff wurde dort dieselbe Ernte und Kaliaufnahme gefunden wie bei 12 % Wasser und einer Düngung mit 0,700 g Stickstoff. Hier sind in diesem letzten Falle wiederum Ernte und Kaliaufnahme geringer (Nr. 243 bis 245 und 258 bis 260).

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch im dritten Falle. Der vorige Versuch ergab bei einer Düngung mit 0,280 g Stickstoff bei Bodenfeuchtigkeiten von 15 und 12 % gleiche Ernten und gleiche Kaliaufnahmen, in diesem Versuche sind bei 12 % Wasser beide wieder bedeutend geringer.

Diese Ergebnisse sind jedenfalls dadurch verursacht, daß der letztgenannte Boden an leichtlöslichen Kaliverbindungen ärmer war als der erste. Unter günstigsten Bedingungen, bei einer Düngung mit 0,700 g Stickstoff und einer Bodenfeuchtigkeit von 18 %, wurden zwar dort 0,543 g und hier 0,554 g K_2O aufgenommen, also in beiden Fällen die gleiche Menge. Bei allen anderen auf S. 99 angegebenen Vergleichsversuchen wurden aber stets niedrigere Ernten und Kaliaufnahmen gefunden, sobald der Wassergehalt des Bodens verringert wurde, auch wenn, wie bei Nr. 258 bis 260, zugleich die Stickstoffdüngung erhöht und dadurch vielleicht die Wurzeltätigkeit zu gesteigerter Arbeitsleistung angespornt wurde.

Durch erhöhte Stickstoffdüngung wird auch stets die Natronaufnahme etwas gesteigert.

Alle übrigen hier nicht näher besprochenen Zahlen der Tabellen 11a und 11b entsprechen mit wenigen Ausnahmen den bei dem vorigen Versuch gefundenen, nicht in ihrer absoluten Größe — diese ist bei verschiedenen Bodenarten oft verschieden — sondern der Art nach, worauf es hauptsächlich ankommt. Wir ersparen und daher hier eine weitere Besprechung dieser Zahlen und verweisen nur auf die Tabellen.

Raygras 1905.

(Tabelle 12a und 12b.)

Auch die im Jahre 1905 ausgeführten Raygrasversuche liefern dieselben Ergebnisse wie die des Jahres 1903. Die Versuche wurden in fünf verschiedenen Bodenarten ausgeführt. Drei davon, milde Lehmböden, stammten wieder von unseren in der Bernburger Feldmark gelegenen Versuchsfeldern, die beiden anderen waren Sandböden aus Jütrichau und Buhlendorf bei Lindau (Anhalt). Die Bodenfeuchtigkeit wurde stets möglichst niedrig gehalten, damit die Wirkung der Stickstoffdüngung deutlicher zum Ausdruck kommen konnte.

1. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

Parzelle F 3.

Seit 1901 erhielt der Acker in keiner Form eine Kaligabe und enthielt im Jahre 1905: 0,239 % K_2O, 0,039 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 7,768 kg trockene Erde. Bei allen Versuchen reiche Phosphorsäuregabe (0,284 g P_2O_5), keine Kalidüngung. Die Bodenfeuchtigkeit betrug stets 12 %. Aussaat: 17. April. Erster Schnitt: 15. Juli. Ernte: 26. September.

Das Hauptergebnis zeigen folgende Zahlen:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2241/2242	0,280	6,53	10,62	24,40	41,54
„ 2243/2244	1,120	9,29	27,23	35,64	72,16

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2241/2242	0,280	0,193	0,082	0,098	0,373
„ 2243/2244	1,120	0,244	0,354	0,114	0,712

Bei Erhöhung der Stickstoffdüngung steigt, wie aus den Zahlen ersichtlich ist, in allen Fällen die Ernte und die im ganzen aufgenommene Kalimenge. Aber auch in den einzelnen Pflanzenteilen tritt stets eine Erhöhung der Kaliaufnahme ein, ganz besonders im zweiten Schnitte.

Bei der stärkeren Stickstoffgabe sinkt der prozentische Kaligehalt im ersten Schnitte, steigt ziemlich beträchtlich im zweiten Schnitte und verändert sich in der ganzen Pflanze kaum der geringeren Stickstoffdüngung gegenüber. In allen Pflanzenteilen wird bei größerer Stickstoffgabe aber auch mehr Natron aufgenommen, so daß also mit der Kaliaufnahme auch zugleich die Natronaufnahme erhöht wird, und zwar im oberirdischen Teile und in den Wurzeln. Näheres ist aus der Tabelle 12b zu ersehen.

2. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

Waldau, Parzelle 87, 88, 89.

Seit 1903 erhielt der Boden keine Kalidüngung und enthielt im Jahre 1905 0,254 % K_2O, 0,038 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 8,042 kg trockene Erde. Düngung und Bodenfeuchtigkeit wie bei 1.

Als Ergebnis wurde gefunden:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2251/2252	0,280	6,13	10,40	23,40	39,93
„ 2253/2254	1,120	7,51	22,85	30,56	60,91

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2251/2252	0,280	0,152	0,073	0,091	0,316
„ 2253/2254	1,120	0,176	0,242	0,107	0,525

Wir lassen hier sogleich auch die Ergebnisse des dritten Versuches folgen.

3. Boden vom Versuchsfeld der Versuchsstation.

Parzelle F 6.

Die Parzelle wurde seit 1902 jährlich mit Kainit (3 Ztr. auf ¼ ha) gedüngt und enthielt im Jahre 1905 0,259 % K_2O und 0,079 % Na_2O.

Inhalt eines Gefäßes: 7,808 kg trockene Erde. Düngung und Bodenfeuchtigkeit wie bei den beiden vorigen Versuchen.

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2261/2262	0,280	6,87	10,92	25,21	42,99
„ 2263/2264	1,120	9,37	26,91	39,47	75,75

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 2261/2262	0,280	0,213	0,086	0,118	0,417
„ 2263/2264	1,120	0,237	0,363	0,142	0,742

Die Ergebnisse dieser beiden letzten Versuche stimmen mit denen des ersten darin überein, daß auch hier bei verstärkter Stickstoffgabe bei allen Pflanzenteilen die Ernte und die Kaliaufnahme erhöht werden, und zwar sind wiederum die Unterschiede stets am größten im zweiten Schnitte. Im einzelnen unterscheiden sich aber beide vom ersten Versuche.

Tabelle 12 a. **Raygras 1905.** Grunddüngung: 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				Geerntetes Trockengewicht										Oberirdischer Teil in der ganzen Pflanze		I. Schnitt im oberirdischen Teil		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
				I. Schnitt		II. Schnitt		Oberirdischer Teil		Wurzeln		Ganze Pflanze									
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	%	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	l	l	g	g
2241	Parz.[1]) F 3	0,280	12	6,65	6,53	10,25	10,62	16,90	17,15	26,37	24,40	40,57	41,54	41,66	41,29	39,35	38,08	16,70	16,85	412	406
2242	desgl.	0,280	12	6,40		10,99		17,39		25,12		42,51		40,91		36,80		17,00		400	
2243	desgl.	1,120	12	10,30	9,29	27,24	27,23	37,54	36,51	37,90	35,64	75,48	72,16	49,74	50,60	27,44	25,45	22,00	21,47	291	298
2244	desgl.	1,120	12	8,27		27,22		35,47		33,34		68,83		51,53		23,32		20,94		304	
2251	Parz.[1]) (87, 88, 89)	0,280	12	5,94	6,13	10,39	10,40	16,33	16,53	25,10	23,40	41,43	39,93	39,42	41,40	36,37	37,08	13,62	13,99	329	350
2252		0,280	12	6,32		10,40		16,72		21,70		38,42		43,52		37,80		14,35		374	
2253	desgl.	1,120	12	6,80	7,51	20,85	22,85	27,65	30,36	24,57	30,56	52,22	60,91	52,95	49,84	24,59	24,74	17,62	17,47	337	287
2254	desgl.	1,120	12	8,22		24,84		33,06		36,54		39,60		47,50		24,86		17,31		249	
2261	Parz.[1]) F 6	0,280	12	7,11	6,87	11,79	10,92	18,90	17,78	25,67	25,21	44,57	42,99	42,41	41,36	37,62	38,64	14,81	15,97	332	371
2262		0,280	12	6,62		10,04		16,66		24,75		41,41		40,23		39,74		17,13		414	
2263	desgl.	1,120	12	9,27	9,37	26,32	26,91	35,59	36,28	39,32	39,47	74,91	75,75	47,51	47,89	26,05	25,83	20,13	20,86	269	275
2264	desgl.	1,120	12	9,47		27,50		36,97		39,62		76,59		48,27		25,62		21,58		282	
3305	Sandboden aus Jütrichau	0,280	9	10,29	10,51	8,85	9,12	19,14	19,63	22,00	21,95	41,14	41,58	46,52	47,21	53,76	53,54	17,71	17,60	430	423
3306		0,280	9	10,72		9,39		20,11		21,90		42,01		47,87		53,31		17,48		416	
3307		1,120	9	15,07	15,21	22,72	21,47	37,79	36,68	51,55	43,98	89,34	80,66	42,30	45,47	39,88	41,47	25,36	25,67	284	318
3308		1,120	9	15,35		20,22		35,57		36,40		71,97		49,42		43,15		25,98		361	
3315	Sandb. aus Buhlendorf b. Lindau (Anhalt)	0,280	7	4,90	5,23	6,89	6,73	11,79	11,95	14,09	14,05	25,88	26,00	45,56	45,96	41,56	43,77	13,06	13,54	505	521
3316		0,280	7	5,55		6,56		12,11		14,00		26,11		46,38		45,83		14,01		537	
3317		1,120	7	8,58	8,93	18,44	19,12	27,02	28,05	32,12	32,66	59,14	60,71	45,69	46,20	31,75	31,84	22,03	20,31	373	335
3318		1,120	7	9,27		19,80		29,07		33,20		62,27		46,68		31,89		18,59		299	

1) Versuchsfeld der Versuchsstation.

Tabelle 12b.

Raygras
Grunddüngung: 0,284 g

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Gefunden Kali									
				in Prozenten					in Gramm				
Nummer	Bodenart	g Gegeben N	% Bodenfeuchtigkeit	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze
2241 2242	Parzelle F 3[1])	0,280 0,280	12 12	2,95	0,77	1,60	0,40	0,90	0,193	0,082	0,275	0,098	0,373
2243 2244	Parzelle F 3[1])	1,120 1,120	12 12	2,63	1,30	1,64	0,32	0,99	0,244	0,354	0,598	0,114	0,712
2251 2252	Parzelle 87, 88, 89[1])	0,280 0,280	12 12	2,48	0,70	1,36	0,39	0,79	0,152	0,073	0,225	0,091	0,316
2253 2254	Parzelle 87, 88, 89[1])	1,120 1,120	12 12	2,35	1,06	1,38	0,35	0,86	0,176	0,242	0,418	0,107	0,525
2261 2262	Parzelle F 6[1])	0,280 0,280	12 12	3,10	0,79	1,68	0,47	0,97	0,213	0,086	0,299	0,118	0,417
2263 2264	Parzelle F 6[1])	1,120 1,120	12 12	2,53	1,35	1,65	0,36	0,98	0,237	0,363	0,600	0,142	0,742
3305 3306	Sandboden aus Jütrichau	0,280 0,280	9 9	5,14	0,98	3,20	0,43	1,74	0,540	0,089	0,629	0,094	0,723
3307 3308	Sandboden aus Jütrichau	1,120 1,120	9 9	4,85	1,28	2,76	0,41	1,48	0,738	0,275	1,013	0,180	1,193
3315 3316	Sandboden aus Buhlendorf bei Lindau (Anhalt)	0,280 0,280	7 7	2,41	0,61	1,40	0,37	0,84	0,126	0,041	0,167	0,052	0,219
3317 3318	Sandboden aus Buhlendorf bei Lindau (Anhalt)	1,120 1,120	7 7	2,34	0,79	1,28	0,24	0,72	0,209	0,151	0,360	0,078	0,438

Die Parzellen F 3 und F 6 liegen räumlich nicht weit voneinander enfernt; F 3 erhielt seit 1901 niemals, F 6 seit 1903 jährlich eine Kalidüngung. Die Parzellen 87, 88, 89 liegen auf einem ganz anderen Ackerplan und waren seit 1903 ohne jede Kalidüngung. Diese Verhältnisse treten in den Ergebnissen deutlich hervor

Der Boden der Parzellen 87, 88, 89 war offenbar am kaliärmsten; aus ihm vermochten die Pflanzen nur 316 und 525 mg K_2O aufzunehmen, bei einer Gesamternte von 39,93 und 60,91 g Trockensubstanz. Die Parzellen F 3 und F 6 waren jedenfalls reicher an löslichen Kaliverbindungen; aus F 3 wurden 373 mg und 712 mg bei einer Ernte von 41,54 g und 72,16 g, aus F 6 aber 417 und 742 mg K_2O aufgenommen bei einer Ernte von 42,99 g und 75,75 g. In diesem an sich schon ziemlich kalireichen

1) Versuchsfeld der Versuchsstation.

1905.

Phosphorsäure (P_2O_5).

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Gefunden Natron										Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Kali gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Kali gefunden im oberirdischen Teile	Von dem im oberird. Teile aufgenommenen Natron gefunden im I. Schnitt	Von dem im ganzen aufgenommenen Natron gefunden im oberirdischen Teile
in Prozenten					in Gramm								
I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	I. Schnitt	II. Schnitt	Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze	%	%	%	%
0,57	0,27	0,38	0,43	0,41	0,037	0,029	0,066	0,105	0,171	70	74	56	39
1,07	0,24	0,45	0,52	0,48	0,099	0,065	0,164	0,185	0,349	41	84	60	47
0,68	0,19	0,38	0,48	0,44	0,042	0,020	0,062	0,112	0,174	68	71	68	36
1,15	0,29	0,50	0,51	0,51	0,086	0,066	0,152	0,156	0,308	42	80	57	49
0,77	0,26	0,46	0,47	0,46	0,053	0,028	0,081	0,118	0,199	71	72	65	41
1,10	0,36	0,55	0,54	0,55	0,103	0,097	0,200	0,213	0,413	40	81	52	48
0,40	0,15	0,29	0,62	0,46	0,042	0,014	0,056	0,136	0,192	86	87	75	29
0,35	0,20	0,26	0,45	0,36	0,053	0,043	0,096	0,198	0,294	73	85	55	33
0,37	0,10	0,22	0,64	0,45	0,019	0,007	0,026	0,090	0,116	75	76	73	22
0,40	0,17	0,25	0,59	0,43	0,036	0,033	0,069	0,193	0,262	58	82	52	26

Boden hatte die seit dem Jahre 1902 jährlich verabreichte Düngung von 3 Ztr. Kainit auf ¼ ha offenbar noch einen Einfluß ausgeübt, da schon bei der geringeren Stickstoffgabe eine größere Kalimenge aufgenommen wurde als in den beiden anderen Fällen.

Man könnte nun einwerfen, da durch die erhöhte Stickstoffzugabe und die dadurch erzielte Erhöhung der Ernte auch der Wasserverbrauch der Pflanzen vergrößert wurde, daß die vermehrte Kaliaufnahme durch diesen größeren Verbrauch von Wasser herbeigeführt sei, denn wir sahen ja auch, daß bei größerer Bodenfeuchtigkeit mehr Kali gelöst werden konnte als bei geringerer. Da die prozentische Bodenfeuchtigkeit hier stets die gleiche war, konnte der stärkere Wasserverbrauch wohl einen geringen Einfluß auf die Kaliaufnahme ausüben, aber nicht die hier gefundenen Verschiedenheiten hervorbringen. Bei der größeren Stickstoffgabe wurde erhöht bei

	Die verbrauchte Wassermenge um	Die aufgenommene Kalimenge um
Parzelle F 3	27 %	91 %
„ 87, 88, 89	25 %	66 %
„ F 6	31 %	78 %

Der Wasserverbrauch ist also bei gleicher Erhöhung der Stickstoffgabe auch ziemlich gleichmäßig erhöht, die aufgenommenen Kalimengen stehen aber in keinem bestimmten Verhältnis zu dem Wasserverbrauch, so daß also die größere Kaliaufnahme in der Hauptsache auf andere Einflüsse, vielleicht auf vermehrte Wurzeltätigkeit, zurückzuführen ist. Diese Einflüsse äußern sich aber wiederum verschieden je nach der Bodenart bzw. dem Kalireichtum des Bodens.

Wenn wir nur die Kalimengen betrachten, welche durch das Gras dem Boden entzogen wurden, so finden wir in der Kaliaufnahme ganz ähnliche Verhältnisse wie bei der ganzen Pflanze. Jedesmal mit der Kaliaufnahme wird auch in diesen beiden letzten Versuchen die Natronaufnahme vermehrt.

Wir haben nun auch noch, wie anfangs erwähnt wurde, zwei arme Sandböden mit in den Kreis der Untersuchungen gezogen:

4. aus Jütrichau (Amtsrat Kitzinger) und
5. aus Buhlendorf bei Lindau i. Anhalt (Amtsrat Sperling).

Diese Böden faßten sehr wenig Wasser, so daß wir in diesem Falle die Bodenfeuchtigkeit wieder sehr niedrig wählen mußten.

4. Sandboden aus Jütrichau.

Inhalt eines Gefäßes: 8,0 kg trockener Boden. Bei allen Versuchen wieder reiche Phosphorsäuregabe (0,284 g P_2O_5), keine Kaligabe. Die Bodenfeuchtigkeit betrug 9 %.

Ergebnis:

	Gegeben Stickstoff	Trockene Ernte I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 3305/3306	0,280	10,51	9,12	21,95	41,58
„ 3307/3308	1,120	15,21	21,47	43,98	80,66

	Gegeben Stickstoff	Aufgenommen Kali (K_2O) I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr 3305/3306	0,280	0,540	0,089	0,094	0,723
„ 3307/3308	1,120	0,738	0,275	0,180	1,193

Auch hier lassen wir sogleich den anderen Versuch folgen:

5. Sandboden aus Buhlendorf.

Inhalt eines Gefäßes: 8,0 kg trockener Boden. Phosphorsäure- und Kaligabe waren wie bei Versuch 4, die Bodenfeuchtigkeit betrug hier aber nur 7 %.

Ergebnis:

	Trockene Ernte				
	Gegeben Stickstoff	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 3315/3316	0,280	5,23	6,73	14,05	26,00
„ 3317/3318	1,120	8,93	19,12	32,66	60,71

	Aufgenommen Kali (K_2O)				
	Gegeben Stickstoff	I. Schnitt	II. Schnitt	Wurzeln	Ganze Pflanze
	g	g	g	g	g
Nr. 3315/3316	0,280	0,126	0,041	0,052	0,219
„ 3317/3318	1,120	0,209	0,151	0,078	0,438

Die beiden von den Böden 1—3 ihrer Beschaffenheit nach sehr abweichenden Bodenarten lieferten also wiederum im Grunde genommen dasselbe Ergebnis: Bei Erhöhung der Stickstoffdüngung nehmen Erntemenge und Kaliaufnahme aller Pflanzenteile zu. Wie dort, war auch hier die Kaliaufnahme im zweiten Schnitte nur noch gering bei schwacher, ziemlich erheblich aber bei starker Stickstoffdüngung. Auch die Natronaufnahmen verhielten sich ähnlich wie dort.

Trotzdem aber weichen diese beiden Böden von den ersten beiden erheblich ab. Der Sandboden aus Jütrichau war offenbar von allen hier besprochenen Böden der an aufnehmbaren Kaliverbindungen reichste. Trotz seiner geringen wasserfassenden Kraft brachte er die höchste Ernte, welche auch zugleich die größte Kalimenge aufgenommen hatte, sowohl bei der geringeren als auch bei der stärkeren Stickstoffdüngung.

Der sehr wenig Wasser fassende Boden aus Buhlendorf lieferte dagegen die kleinsten Ernten und auch die geringsten Kaliaufnahmen, trotzdem der Gesamtwasserverbrauch von dem bei den anderen Bodenarten gefundenen sich nur wenig unterschied.

Während aber bei den drei ersten Bodenarten durch die erhöhte Stickstoffdüngung der Wasserverbrauch durchschnittlich um etwa 28 % gesteigert wurde, trat hier eine Steigerung von 46 % (Jütrichau) und 50 % (Buhlendorf) ein, während die entsprechenden Kaliaufnahmen um 65 % und 50 % stiegen. Die prozentische Erhöhung von Wasserverbrauch und Kaliaufnahme war hier also im Gegensatze zu den drei ersten Versuchen ganz oder nahezu gleich, so daß in den wenig absorbierende Teile enthaltenen Sandböden die Mehraufnahme von Kali offenbar in der Hauptsache durch den Mehrverbrauch von Wasser verursacht wird. Jene drei zuerst besprochenen Böden enthielten jedenfalls Kaliverbindungen sehr verschiedener Löslichkeit, die Sandböden jedoch nicht.

Könnten diese Verhältnisse nicht auch bedeutsam sein für eine etwaige Auswaschbarkeit des Kaliums aus dem Boden?

Zichorie 1906.

(Tabelle 13.)

Im Jahre 1906 wurden uns von den Herren Amtsrat Sperling (Buhlendorf) und Amtrat Kitzinger (Jütrichau) abermals zwei arme Sandböden für unsere Versuche zur Verfügung gestellt. Wir haben als Versuchsfrucht diesmal die Zichorie gewählt, um auch eine andere Frucht als in dem Jahre 1905 zu benutzen; von Rübe und Kartoffel, welche wir noch lieber gewählt hätten, sahen wir ab, wie schon erwähnt wurde, weil zu deren normaler Entwicklung im allgemeinen größere Gefäße erforderlich sind. Die wasserfassende Kraft auch dieser Bodenarten war nur sehr gering.

In diesem Falle haben wir je zwei Stickstoffreihen angesetzt, einmal mit einer nach unseren sonstigen Erfahrungen völlig ausreichenden Menge Phosphorsäure (0,280 g P_2O_5) und einmal mit weit größerer Gabe (0,710 g P_2O_5). Eine Kalidüngung wurde nicht verabreicht.

Tabelle 13. **Zichorie**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr.	Bodenart	Gegeben		Bodenfeuchtigkeit	Geerntetes Trockengewicht							
					Rübe		Kraut		Wurzeln		Ganze Pflanze	
		N	P_2O_5		auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
		g	g	%	g	g	g	g	g	g	g	g
2225	Boden aus Buhlendorf bei Lindau (Anhalt)	0,280	0,284	12	28,22	31,37	9,53	7,12	12,08	10,43	49,83	48,91
2226		0,280	0,284	12	34,52		4,70[1])		8,77		47,99	
2227		1,400	0,284	12	32,87	34,51	15,79	15,97	14,82	16,09	63,48	66,56
2228		1,400	0,284	12	36,15		16,14		17,35		69,64	
2229		0,280	0,710	12	26,55	30,43	9,67	9,89	16,50	15,53	52,72	55,84
2230		0,280	0,710	12	34,30		10,11		14,55		58,96	
2231		1,400	0,710	12	42,85	40,77	14,68	14,39	10,14	8,35	67,67	63,50
2232		1,400	0,710	12	38,69		14,09		6,55		59,33	
2235	Boden von Jütrichau	0,280	0,284	10	9,77	9,89	4,98	6,10	5,31	6,75	20,06	22,73
2236		0,280	0,284	10	10,00		7,21		8,19		25,40	
2237		1,400	0,284	10	8,57	6,16	2,80	2,25	2,32	2,37	13,69	10,77
2238		1,400	0,284	10	3,75		1,69		2,41		7,85	
2239		0,280	0,710	10	7,72	10,12	4,25	4,93	5,50	5,28	17,47	20,32
2240		0,280	0,710	10	12,52		5,60		5,05		23,17	
2241		1,400	0,710	10	6,77	6,07	3,50	2,97	2,25	1,65	12,52	10,69
2242		1,400	0,710	10	5,37		2,44		1,05		8,86	

1) Ein Teil der Blätter ist wahrscheinlich verloren gegangen.

Die Bodenfeuchtigkeit betrug bei den Versuchen mit Buhlendorfer Boden 12 %, bei dem aus Jütrichau stammenden 10 %.

Die geringere Stickstoffgabe betrug 0,280 g, die stärkere 1,400 g.

1. Boden von Buhlendorf Nr. 2225 bis 2232.
2. Boden von Jütrichau Nr. 2235 bis 2242.

Inhalt eines Gefäßes je 8 kg trockener Boden.

Da die hierher gehörige Tabelle 13 nur kurz und leicht zu übersehen ist, unterlassen wir hier nähere Angaben und verweisen nur auf die dort angegebenen Zahlen.

Die Pflanzen in dem Buhlendorfer Boden entwickelten sich sämtlich gut und den Versuchsbedingungen entsprechend. Der Boden an sich enthielt 0,054 % K_2O und 0,051 % Na_2O.

Nr. 2225/2226 blieben im Laufe des Sommers mit grüner Farbe zurück (schwacher Kalimangel), Nr. 2227/2228 waren üppiger, aber dunkelgrün mit starken Kalimangelerscheinungen an den Blättern. Nr. 2229/2230 waren auch zurückgeblieben; infolge der starken Phosphorsäuregabe, welche auch eine geringe Ernteerhöhung hervorgebracht hatte, bekamen die Pflanzen aber als Zeichen beginnenden Stickstoffmangels gelbliche

1906.

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz		K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze		Verhältnis der Gesamternten zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Kalimengen zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Natronmengen zueinander
auf den Topf l	Mittel l	auf den Topf g	Mittel g	Mittel %	Mittel g	Mittel %	Mittel g			
14,42 13,63	14,03	289 284	287	0,95	0,465	0,63	0,308	73,48	88,40	81,27
14,98 14,32	14,65	236 206	220	0,79	0,526	0,57	0,379	100,00	100,00	100,00
14,31 14,21	14,26	271 241	255	0,82	0,458	0,67	0,374	87,94	98,71	100,00
13,17 14,78	13,98	195 249	220	0,73	0,464	0,57	0,362	100,00	100,00	96,79
8,11 9,60	8,86	404 378	390	0,24	0,055	0,51	0,116	100,00	82,09	100,00
6,48 6,90	6,69	473 879	621	0,62	0,067	0,77	0,083	47,38	100,00	71,55
6,60 8,82	7,71	378 381	379	0,28	0,057	0,56	0,114	100,00	96,61	100,00
6,45 6,15	6,30	515 694	589	0,55	0,059	0,72	0,077	52,61	100,00	67,54

Blätter. Nr. 2231/2232 waren üppige, dunkelgrüne Pflanzen mit deutlichen Kalimangelerscheinungen an den Blättern.

Die Pflanzen des Jütrichauer Bodens entwickelten sich bedeutend schlechter als die vorigen infolge außerordentlich starken Kalimangels, welchen alle Pflanzen durch Zurückbleiben und die bekannten braunen Flecke an den Blättern zeigten. Dieser Boden enthielt nur 0,026 % K_2O und 0,032 % Na_2O.

Der Buhlendorfer Boden bestätigt die bei den früheren Versuchen gemachten Erfahrungen: Mit der Erhöhung der Stickstoffgabe werden Ernte und Kaliaufnahme vermehrt, hier in diesem verhältnismäßig kaliarmen Boden allerdings nur innerhalb nahe beieinander liegender Grenzen.

In dem sehr kaliarmen Jütrichauer Boden wurde bei Erhöhung der Stickstoffdüngung die an sich schon geringe Ernte noch bedeutend vermindert. Dieses erklärt sich in ungezwungener Weise aus dem Verhalten aller stark an Kalimangel leidenden Pflanzen. Bei der größeren Stickstoffgabe nahmen die Pflanzen die geringen im Boden enthaltenen Kalimengen schneller auf als bei weniger Stickstoff. Infolgedessen trat in diesen Fällen bald der stärkste Kalimangel im Boden auf, der die Weiterentwicklung der Pflanzen, deren ältere noch verhältnismäßig kalireiche Blätter bald abstarben, in empfindlichster Weise störte.

Bei schwächerer Stickstoffdüngung ging die Kaliaufnahme viel langsamer vonstatten, die Pflanzen gingen wie stets in solchen Fällen mit dem vorhandenen Kalium viel haushälterischer um und konnten daher bedeutend mehr, allerdings viel kaliärmere, Pflanzenmasse erzeugen. Im letzteren Falle sank der prozentische Kaligehalt der ganzen Pflanze von 0,62 und 0,55 % auf 0,24 und 0,28 %. Die Kaliaufnahme war hier in allen Fällen fast dieselbe, die geringere Mehraufnahme bei stärkerer Stickstoffdüngung liegt fast oder ganz innerhalb der Versuchsfehlergrenzen.

Die Richtigkeit der hier ausgesprochenen Ansicht kann man auf allen von Natur kaliarmen oder durch langjährige Unterlassung der Kalidüngung an aufnehmbaren Kaliverbindungen verarmten Böden bestätigt finden.

Starke Stickstoff- und Phosphorsäuregaben drücken hier fast immer die Ernte herunter, verringern den Gebrauchswert der Pflanzen und bringen sie unter Umständen zu einem vorzeitigen Absterben.

Stark kalibedürftige Pflanzen mit großem Blattwerk, wie Rüben und Kartoffeln, zeigen diese Erscheinungen sehr oft. Im Gegensatze zu den vorigen Böden sinkt hier bei größerer Stickstoffgabe die Natronaufnahme ganz bedeutend.

Möhren (Karotten) 1903.

(Tabelle 14.)

Der Vollständigkeit wegen fügen wir noch den folgenden, teilweise schon in dem Abschnitt über den Einfluß der Bodenfeuchtigkeit Seite 44 und folgende behandelten Versuch hinzu. In bezug auf die Versuchsanstellung verweisen wir auf die dort gemachten Angaben. Zur Prüfung gelangten hier also die beiden Böden von den Versuchsfeldern der Versuchsstation.

1. Waldau, Parzelle 33, 34, 35. (Feld seit 1902 ohne Kalidüngung.)

2. Solvay-Feld, Parzelle 1, 3, 5, 7. (Parzelle 1 und 5 seit 1902, Parzelle 3 und 7 seit 1901 ohne Kali.)

Die Stickstoffgaben wurden in zwei verschiedenen Größen verabreicht bei den drei Bodenfeuchtigkeiten von 18, 15 und 12 %.

Kali wurde niemals, Phosphorsäure stets in reichlicher Menge gegeben (0,284 g P_2O_5). Anfangs wuchsen die Pflanzen etwas unregelmäßig, entwickelten sich aber später den Bodenfeuchtigkeiten und Stickstoffdüngungen gemäß.

Aus Tabelle 14 finden wir folgende Hauptergebnisse:

1. Waldau, Parzelle 33, 34, 35.

	Boden-feuchtigkeit	Gegeben Stickstoff	Gesamt-ernte	K_2O der ganzen Pflanze	K_2O aufgenommen von der ganzen Pflanze
	%	g N	g	%	g
Nr. 222 bis 224 . . .	18	0,280	32,11	1,23	0,395
„ 225 „ 227 . . .	18	0,700	43,79	0,78	0,342
„ 228 „ 230 . . .	15	0,280	30,95	0,73	0,226
„ 232[1]) „ 233 . . .	15	0,700	31,04	0,76	0,210
„ 234 „ 236 . . .	12	0,280	21,43	0,73	0,156
„ 237 „ 239 . . .	12	0,700	22,24	0,67	0,149

Eine wesentliche Vermehrung der Gesamternte findet durch die Erhöhung der Stickstoffgabe also nur statt bei der höchsten Bodenfeuchtigkeit von 18 %. Mit dieser Erhöhung der Ernte sinkt aber der prozentische Kaligehalt und zugleich auch die Gesamtkaliaufnahme. Bei den Bodenfeuchtigkeiten von 15 und 12 % ist der prozentische Kaligehalt stets nahezu gleich; mit der Abnahme des Wassers im Boden vermindert sich, wie schon im vorigen Abschnitt auseinandergesetzt wurde, die Kaliaufnahme, aber bei der stärkeren Stickstoffdüngung wird niemals mehr, sondern im Gegenteil stets etwas weniger Kali aufgenommen als bei schwächerer Stickstoffgabe.

Die Natronaufnahme wird bei 18 % Bodenfeuchtigkeit durch starke Stickstoffdüngung etwas vermehrt, ist aber in allen anderen Fällen bei verschiedenen Stickstoffgaben fast gleich.

2. Solvay-Feld, Parzelle 1, 3, 5, 7.

	Boden-feuchtigkeit	Gegeben Stickstoff	Gesamt-ernte	K_2O in der ganzen Pflanze	K_2O aufgenommen von der ganzen Pflanze
	%	g N	g	g	g
Nr. 264 bis 266 . . .	18	0,280	32,10	1,13	0,363
„ 267 „ 269 . . .	18	0,700	44,18	0,69	0,305
„ 270 „ 272 . . .	15	0,280	31,86	0,77	0,245
„ 273 „ 275 . . .	15	0,700	28,49	0,78	0,222
„ 276 „ 278 . . .	12	0,280	19,55	0,73	0,143
„ 279 „ 281 . . .	12	0,700	17,32	0,69	0,119

1) Siehe die Bemerkung auf S. 45.

Tabelle 14.

Karotten 1903.

Grunddüngung: 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Frischgewicht der Karotten		Trockene Ernte ganze Pflanze		Verdunstete Wassermenge		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz		Kali in der ganzen Pflanze		Natron in der ganzen Pflanze	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
		g	%	g	g	g	g	l	l	g	g	%	g	%	g
222		0,280	18	195,0		29,33		15,91		542					
223		0,280	18	248,0	231,7	36,36	32,11	14,27	14,78	393	466	1,23	0,395	1,72	0,552
224		0,280	18	252,0		30,63		14,15		462					
225		0,700	18	281,0		44,80		16,43		367					
226		0,700	18	342,0	288,7	46,34	43,79	16,88	16,82	364	385	0,78	0,342	1,37	0,600
227		0,700	18	243,0		40,24		17,15		426					
228	Versuchsfeld	0,280	15	177,0		25,15		12,39		493					
229		0,280	15	211,0	203,3	31,66	30,95	13,73	12,67	434	419	0,73	0,226	1,38	0,427
230	der Versuchsstation,	0,280	15	222,0		36,03		11,90		330					
231[1]	Waldau,	—	—	—		—		—		—					
232		0,700	15	207,0	196,5	29,38	31,04	12,58	12,76	428	412	0,76	0,211	1,57	0,436
233	Parzelle 33, 34, 35	0,700	15	186,0		32,69		12,93		396					
234		0,280	12	135,0		20,72		8,06		389					
235		0,280	12	122,0	134,3	20,48	21,43	9,86	8,97	481	420	0,73	0,156	1,60	0,343
236		0,280	12	146,0		23,08		8,98		389					
237		0,700	12	167,0		25,21		8,01		318					
238		0,700	12	113,0	141,7	19,10	22,24	8,09	7,94	424	361	0,67	0,149	1,54	0,342
239		0,700	12	145,0		22,40		7,71		344					

1) Nr. 231 ist nicht untersucht, da eine Karotte dieses Topfes von Ameisen zerfressen war.

Tabelle 14. (Fortsetzung.)

Karotten 1903.

Grunddüngung: 0,284 g Phosphorsäure (P_2O_5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Bodenart	Gegeben N	Bodenfeuchtigkeit	Frischgewicht der Karotten		Trockene Ernte ganze Pflanze		Verdunstete Wassermenge		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz		K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze	
				auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
		g	%	g	g	g	g	l	l	g	g	%	g	%	g
264	Versuchsfeld der Versuchsstation, Parzelle F 1, 3, 5, 7	0,280	18	230,0		34,37		14,55		423					
265		0,280	18	230,0	205,3	34,70	32,10	14,04	14,05	405	442	1,13	0,363	1,70	0,546
266		0,280	18	156,0		27,22		13,55		498					
267		0,700	18	315,0		44,82		13,94		311					
268		0,700	18	277,0	308,7	40,59	44,18	14,02	13,57	345	309	0,69	0,305	1,65	0,729
269		0,700	18	334,0		47,14		12,74		270					
270		0,280	15	241,0		32,81		11,19		341					
271		0,280	15	200,0	207,3	31,69	31,86	10,71	11,20	338	352	0,77	0,245	1,69	0,538
272		0,280	15	181,0		31,07		11,69		376					
273		0,700	15	187,0		30,33		11,04		364					
274		0,700	15	188,0	187,3	27,92	28,49	10,79	11,17	386	393	0,78	0,222	1,90	0,541
275		0,700	15	187,0		27,22		11,67		429					
276		0,280	12	121,0		17,41		8,72		501					
277		0,280	12	142,0	130,0	20,12	19,55	8,92	8,91	443	458	0,73	0,143	1,63	0,319
278		0,280	12	127,0		21,12		9,10		431					
279		0,700	12	101,0		17,12		8,31		485					
280		0,700	12	140,0	107,0	21,62	17,32	7,70	7,85	356	470	0,69	0,119	1,53	0,265
281		0,700	12	80,0		13,21		7,53		570					

Die Zahlen liefern genau dasselbe Ergebnis wie diejenigen des vorigen Versuches, o daß das dort Gesagte fast wörtlich auch für diesen Versuch gilt. Auch die absolute Größe der Zahlen stimmt mit jenen fast überein. Wie kommt es nun, daß bei diesen Versuchen durch erhöhte Stickstoffgabe die Kaliaufnahme nicht vermehrt, sondern eher vermindert wurde?

Der Wasserverbrauch der Pflanzen ist hier infolge der stärkeren Stickstoffdüngung fast niemals vermehrt, wir sahen ja außerdem, daß der Mehrverbrauch an Wasser nur unter gewissen Bedingungen für die Mehraufnahme von Kalium verantwortlich gemacht werden kann. Wir mußten daher den Grund an einer anderen Stelle, vielleicht in vermehrter Wurzeltätigkeit suchen, welche hier aber, da Karotten ein nur spärliches Wurzelnetz bilden, sehr in den Hintergrund tritt. Ist diese Annahme richtig, so wird es erklärlich, weshalb hier bei verstärkter Stickstoffgabe eine Mehraufnahme von Kalium unterblieb; wir dürfen deshalb nicht allgemein behaupten, daß bei stärkerer Stickstoffgabe eine größere Kaliaufnahme erfolge, sondern, da jedenfalls noch mancherlei Zwischenstufen zwischen den hier gefundenen Ergebnissen auftreten können, daß bei vermehrter Stickstoffgabe sich die Kaliaufnahme nach der Pflanzen- und Bodenart richte. Dadurch wird aber wiederum, solange alle diese Verhältnisse nicht geklärt sind, die Deutung hierher gehöriger Versuchsergebnisse, besonders solche von Feldversuchen, erschwert.

Daß bei verstärkter Stickstoffgabe hier die aufgenommenen Kalimengen durchweg etwas geringer waren als bei schwächerer, hat vielleicht seinen Grund in dem schon bei den Sandböden besprochenen Verhalten von Kalimangelpflanzen, welches auch hier, wenn auch in etwas anderer Weise, zur Geltung kommen mußte. Da bei erhöhter Stickstoffdüngung der Kalimangel in den Pflanzen vergrößert wurde, waren diese nach erfolgtem Absterben der anfänglich kalireicheren Blätter zum Schlusse weniger widerstandsfähig und nicht mehr imstande, die letzten Kalimengen aufzunehmen, welche die gesunden Stickstoffmangelpflanzen noch auszunutzen vermochten.

4. Die Rückwanderung des Kaliums aus der Pflanze in den Boden.

Die in den drei vorigen Abschnitten besprochenen Grundgesetze können nun die Kaliaufnahme der Pflanzen in der mannigfachsten Weise beeinflussen, denn jeder der angeführten Gründe kann, innerhalb weiter Grenzen schwankend, stärker oder schwächer vorhanden sein. Alle drei kommen aber außerdem naturgemäß stets vereint vor, so daß wir zunächst eine schier unabsehbare Menge von Einzelfällen vor uns haben.

Doch die Reihe der Umstände, welche die Kaliaufnahme beeinflussen, ist damit nicht erschöpft; es gibt noch auf ganz anderen Gebieten liegende Grundgesetze der Kaliaufnahme, welche die Erkennung der bisher erwähnten, ohnehin oft schon sehr verwickelten Verhältnisse noch erschweren. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist hier die zuzeiten stattfindende Rückwanderung des Kaliums aus den Pflanzen in den Boden.

Gelegentlich unserer Arbeiten über die Nährstoffaufnahme der Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums[1]) machten wir die Beobachtung, daß einige Pflanzen den größten Nährstoffreichtum nicht bei der Reife, sondern an einem viel früheren Zeitpunkte, nämlich auf der Höhe des Wachstums, etwa zur Zeit der Blüte und des Fruchtansatzes, besaßen. Auf diese Tatsache ist ja nun von anderen Forschern wiederholt hingewiesen worden; doch erklärt wird diese bei der Ernte verminderte Nährstoffmenge stets nur mit den auf dem Felde unvermeidlichen Ernteverlusten.[2])

Wir wollen an dieser Stelle auf Grund eines reichhaltigen Materials noch einmal darzulegen versuchen, daß sich diese Auffassung mit den Tatsachen schwer vereinigen läßt, daß es sich in gewissen Fällen tatsächlich um eine Rückwanderung des Kaliums bzw. auch anderer Nährstoffe, worauf wir hier aber nicht eingehen können, handeln muß. Für die Lösung dieser Frage haben wir als Bodenmaterial nicht nur Erde verwandt, sondern auch Sand bzw. Sand und Torf, denn es ist klar, daß dieser rein physiologische Vorgang der Nährstoffbewegung innerhalb der Pflanze, welcher an sich mit Bodenvorgängen nichts zu tun hat, sich in einem nährstofffreien Bodenmaterial unter Umständen viel leichter und sicherer erkennen läßt als in Naturerde, in welcher alle bisher geschilderten und alle noch zu besprechenden Einflüsse sich geltend machen können. Vorbedingung für die Verwendung eines künstlichen Bodengemisches ist natürlich immer, daß es gelingt, durch zweckmäßig gewählte Ernährungsbedingungen normal wachsende Pflanzen zu erzielen. Bei Gefäßversuchen sind Ernteverluste fast gänzlich ausgeschlossen, da alle im Laufe der Wachstumszeit vertrockneten Blätter sorgfältig gesammelt werden. Die Wurzeln aber lassen sich aus dem Sande bzw. auch aus Sand und Torf mit Hilfe feinmaschiger Siebe und eines Wasserstrahles ebenfalls leicht nahezu verlustlos gewinnen, so daß man aus derartigen Versuchen, wenn man gleichgedüngte Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums erntet, genaue Angaben über die jeweils in den Pflanzen vorhandene Nährstoffmenge erhält.

In bezug auf die Wurzeln möchten wir jedoch noch einiges hinzufügen. Es darf wohl als sicher angenommen werden, daß im Laufe des Wachstums, besonders gegen Ende desselben, einzelne Wurzelteile absterben; ja, es ist die Möglichkeit vorhanden, daß diese vor der Ernte gänzlich zerfallen und so verloren gehen. Von vornherein ist daher der Einwurf, daß hierdurch der gefundene Nährstoffverlust entsteht, nicht von der Hand zu weisen. Wir werden jedoch zu zeigen versuchen, daß diese Annahme unter keinen Umständen zutreffend sein kann.

Die Wurzeln werden, wie oben schon erwähnt wurde, durch Wasser von dem anhaftenden Bodenmaterial befreit. Es kann nun der Einwand erhoben werden, daß durch dieses das Kalium (bzw. auch andere Nährstoffe) aus den Wurzeln ausgewaschen werden könne. Unsere Aufgabe wird es sein, zu zeigen, daß auch diese Annahme unvereinbar ist mit den Ergebnissen der Versuche.

Doch wir wollen zuerst die Tatsachen sprechen lassen. Die folgenden Versuche sind bereits in unserer oben unter 1 angeführten Arbeit behandelt worden. Näheres über die Ausführung und die Ergebnisse der betreffenden Versuche findet sich

1) Vergl. „Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen" 1905, S. 1—70.

2) Liebscher, Der Verlauf der Nährstoffaufnahme und seine Bedeutung für die Düngerlehre. Journ. f. Landw. 1887, S. 335—518.

also dort; an dieser Stelle machen wir nur die wichtigsten Angaben über die Ernte und die aufgenommenen Kali- und Natronmengen, haben aber auch die gebildeten Stärkemengen hinzugefügt. Die Bildung der Stärke hängt bekanntlich mit der Kaliaufnahme eng zusammen, die Menge der gebildeten Stärke kann uns daher bei der Beweisführung in diesem Abschnitt gute Dienste leisten.

Die letzten von uns nach der in diesem Abschnitte besprochenen Richtung hin unternommenen Versuchsreihen sind bis zur Stunde noch nicht vollendet. Diese sollen daher später veröffentlicht werden.

1. Gerste 1896. Topfversuch.

Die Versuche wurden ausgeführt nach der Methode der Sandkultur.

Bodenmaterial: 4 kg trockener Sand.

Als Grunddüngung erhielt jedes Gefäß eine reichliche Gabe von Stickstoff (0,448 g), Phosphorsäure (0,284 g), Kalk und Magnesia in Form von Kalziumnitrat, zweibasischem Ammonphosphat und schwefelsaurer Magnesia.

Das Kalium wurde in steigenden Gaben in Form von Chlorkalium gegeben. Näheres über die Ausführung dieser Versuche findet sich in unserer auf S. 115 unter 1 angeführten Arbeit.

Die Gerste wurde in fünf verschiedenen Wachstumszeiten geerntet: 1. während der Zeit des kräftigsten Schossens, 2. als die Ähren sich zeigten, 3. während der Blüte, 4. als eben die Körner ausgebildet waren, 5. bei völliger Reife.

Die einzelnen Bestandteile der Ernte wurden nicht voneinander getrennt; dieses geschah nur bei der letzten Ernte.

a) Kalidüngung: 0,047 g. Tabelle 15a.
b) Kalidüngung: 0,141 g. Tabelle 15b.
c) Kalidüngung: 0,282 g. Tabelle 15c.
d) Kalidüngung: 0,564 g. Tabelle 15d.

Vegetationsbeobachtungen.

Aussaat am 20. April, 10 Körner auf den Topf.

Aufgang regelmäßig am 25. April.

Verzogen wurde am 1. Mai bis auf sieben Pflanzen auf den Topf. Am 11. Mai trat die Bestockung ein. Das erste Glied der Reihe, also gedüngt mit 0,047 g K_2O, blieb schon am 20. Mai überall zurück, und am 1. Juni war die Kalireihe bereits durch die verschiedene Größe der einzelnen Pflanzen deutlich ausgeprägt. Zu dieser Zeit traten an den mit 0,047 g K_2O gedüngten Pflanzen, etwas später auch an denen mit 0,141 g K_2O, deutlich die bekannten Kalimangelerscheinungen auf. Diese blieben dann die ganze Vegetationszeit, welche im übrigen bis zum Schlusse normal verlief, bestehen.

Ergebnis der Versuche.

Bei allen vier Kaligaben stieg das Erntegewicht bis zur letzten Ernte beständig an. Die geringe Abweichung bei Versuch a Nr. 3 ist wohl auf Versuchsfehler zurückzuführen. Ebenso sehen wir, daß die größte Stärkemenge stets in der letzten Ernte zu finden ist. Alle in bezug auf Erntegewicht und Stärke gefundenen Zahlen lassen durch-

weg die besondere Wirkung der verschieden großen Kaligaben erkennen; die Zahlen nähern sich der jedesmal höchsten um so schneller, je geringer die Kaligabe ist, weil die Höchsternte (von Trockensubstanz und Stärke) naturgemäß um so früher erreicht wird, je schwächer mit Kali gedüngt ist. Ganz anders verhält sich das Kalium. Es wird vielleicht auffallen, daß bei den geringeren Kaligaben stets etwas mehr Kali aufgenommen wurde, als in der Düngung enthalten war. Diese geringe Mehraufnahme stammt aus dem Sande, welchen wir nicht gänzlich vom Kalium befreien können. Die größte Kalimenge ist stets schon in der zweiten Ernte aufgenommen, bei der stärksten Kaligabe 98 statt 100 %. In den folgenden Ernten sinkt nun die Gesamtmenge des aufgenommenen Kalis, und zwar um so schneller, je geringer die Kalidüngung ist, so daß wir zum Schlusse folgende Zahlen finden:

Gegeben K_2O g	K_2O in der 5. Ernte % der im Höchstfall aufgenommenen Menge
0,047	59,70
0,141	69,87
0,282	77,27
0,564	84,50

Der Kaliverlust beträgt also je nach der Kaligabe 40,30 %, 30,13 %, 22,73 % und 15,50 %; bei der geringsten Kalidüngung ist der größte, bei der größten Kalidüngung der geringste Verlust.

Für das Natron lassen sich derartig regelmäßige Zahlen nicht feststellen. Da in der Düngung gar kein Natron gegeben ist, stammt alles aufgenommene Natron aus dem Sande, welchen wir von Natron noch schwerer befreien können als von Kalium. Mit der Düngung können wir die gefundenen Zahlen daher nicht in Zusammenhang bringen und stellen daher nur fest, daß in der letzten Ernte stets große Natronverluste, 30 bis 50 %, eingetreten sind.

2. Gerste 1903. Feldversuch.

(Tabelle 16.)

Der Versuch wurde ausgeführt auf einem Ackerplan der Bernburger Feldmark, einem milden Lehmboden. Vorfrüchte waren im Jahre 1901 Rüben und 1902 Gerste. Im Frühjahr wurde gedüngt für 1 ha mit 200 kg Ammoniaksuperphosphat (7 % Stickstoff und 9,5 % Phosphorsäure). Gedrillt wurde die Gerste am 30. März und erhielt als Kopfdüngung am 14. Mai 50 kg Chilisalpeter für 1 ha. Die Größe des Versuchsstückes betrug 6,25 a.

Gerstensorte: Chevaliergerste. Aussaat am 30. März. Drillreihenweite 15,4 cm. Der Aufgang erfolgte gleichmäßig am 17. April, und auch das Wachstum war während der ganzen Vegetationsperiode durchaus normal.

Das Nähere über die Ausführung der Versuche, besonders über die Probenahme und die Zerlegung der Pflanzen in ihre einzelnen Bestandteile, ist wiederum aus der schon vorher erwähnten Arbeit über die Nährstoffaufnahme der Pflanzen zu ersehen. Wir wollen hier nur die Ergebnisse kurz besprechen.

Tabelle 15a. **Gerste 1896.**

a) Kalidüngung: 0,047 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
		Geerntetes					
11	I.: 24. 5.	Trockengewicht	2,435	1,614	—	4,049	34,98
12	II.: 1. 6.	desgl.	4,845	2,902	—	7,747	66,92
19	III.: 12. 6.	desgl.	7,530	3,681	—	11,211	96,85
20	IV.: 25. 6.	desgl.	8,711	2,865	—	11,576	100,00
3	V.: 20. 7.	desgl.	8,886[1])	2,127	—	11,008[2])	95,09
11	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	0,92	0,037	7,24
12	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	—	—	—
19	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	1,50	0,168	32,88
20	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	3,08	0,357	69,86
3	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	4,64	0,511	100,00
11	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	1,32	0,053	79,10
12	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,86	0,067	100,00
19	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,49	0,055	82,09
20	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,50	0,058	86,57
3	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,36	0,040	59,70
11	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,61	0,025	43,10
12	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,75	0,058	100,00
19	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,28	0,031	53,45
20	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,38	0,041	75,86
3	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,28	0,031	53,45

1) Oberirdischer Teil = 7,332 g Stroh, 1,554 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 17,49 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 14,12 %.

Tabelle 15b. **Gerste 1896.**

b) Kalidüngung: 0,141 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze		Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet
			g	g	%	g	%
13	I.: 24. 5.	Geerntetes Trockengewicht	2,968	2,040	—	5,008	20,63
14	II.: 1. 6.	desgl.	6,847	3,665	—	10,512	43,30
21	III.: 12. 6.	desgl.	13,256	5,348	—	18,604	76,63
22	IV.: 25. 6.	desgl.	16,026	4,788	—	20,814	85,73
5	V.: 20. 7.	desgl.	21,260[1])	3,018	—	24,278[2])	100,00
13	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	1,23	0,062	1,69
14	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	4,16	0,437	11,88
21	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	4,13	0,768	20,88
22	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	6,56	1,365	37,11
5	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	15,15	3,678	100,00
13	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	2,67	0,134	85,90
14	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	1,48	0,156	100,00
21	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,80	0,149	95,51
22	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,65	0,135	86,54
5	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,45	0,109	69,87
13	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,66	0,033	60,00
14	II.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,44	0,046	83,64
21	III.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,20	0,037	67,27
22	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,24	0,055	100,00
5	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,16	0,039	70,91

1) Oberirdischer Teil = 13,283 g Stroh, 7,977 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 37,52 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 32,86 %.

Tabelle 15c. **Gerste 1896.**

c) Kalidüngung: 0,282 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
15	I.: 24. 5.	Geerntetes Trockengewicht	3,014	1,765	—	4,779	15,14
16	II.: 1. 6.	desgl.	7,248	3,305	—	10,553	33,44
23	III.: 12. 6.	desgl.	14,646	4,478	—	19,124	60,59
24	IV.: 25. 6.	desgl.	22,236	4,934	—	27,170	86,09
7	V.: 20. 7.	desgl.	27,928[1])	3,633	—	31,561[2])	100,00
15	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	2,43	0,116	1,81
16	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	2,74	0,289	4,50
23	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	3,94	0,753	11,72
24	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	12,60	3,423	53,27
7	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	20,36	6,426	100,00
15	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	4,87	0,233	81,47
16	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	2,71	0,286	100,00
23	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	1,35	0,258	90,21
24	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,99	0,269	94,06
7	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,70	0,221	77,27
15	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,65	0,031	33,44
16	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,45	0,047	52,22
23	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,29	0,055	61,11
24	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,33	0,090	100,00
7	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,14	0,044	48,89

1) Oberirdischer Teil = 15,603 g Stroh, 12,325 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 44,13 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 39,05 %.

Tabelle 15d. **Gerste 1896.**

d) Kalidüngung: 0,564 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
		Geerntetes					
17	I.: 24. 5.	Trockengewicht	3,241	1,804	—	5,045	14,69
18	II.: 1. 6.	desgl.	7,787	2,805	—	10,592	30,85
25	III.: 12. 6.	desgl.	16,650	4,657	—	21,307	62,05
26	IV.: 25. 6.	desgl.	24,300	4,526	—	28,826	83,95
9	V.: 20. 7.	desgl.	30,518[1])	3,818	—	34,336[2])	100,00
17	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	1,93	0,097	1,25
18	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	1,05	0,111	1,43
25	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	4,50	0,958	12,32
26	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	14,33	4,131	53,12
9	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	22,65	7,777	100,00
17	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	6,24	0,315	61,05
18	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	4,78	0,506	98,06
25	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	2,42	0,516	100,00
26	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	1,79	0,516	100,00
9	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	1,27	0,436	84,50
17	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,55	0,028	26,16
18	II.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,40	0,042	39,25
25	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,24	0,051	47,66
26	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,37	0,107	100,00
9	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,19	0,065	60,75

1) Oberirdischer Teil = 16,540 g Stroh, 13,978 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 45,80 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 40,71 %.

Tabelle 16. **Gerste**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
												Trockengewicht	
Zeit der Ernte		Stengel		Grüne Blätter		Trockene Blätter		Ähren		Grannen		Stroh[1])	
		%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha
I. 29.5.	Trockengewicht	—	8,21	—	12,04	—	—	—	—	—	—	—	20,25
II. 17.6.	desgl.	—	32,44	—	8,56	—	6,09	—	1,78	—	2,80	—	51,67
III. 3.7.	desgl.	—	49,86	—	5,42	—	8,61	—	1,79	—	4,13	—	69,86
IV. 27.7.	desgl.	—	45,62	—	—	—	6,53	—	1,79	—	3,01	—	56,95
		%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha
I. 29.5.	Stärke	12,79	105,01	4,35	52,37	—	—	—	—	—	—	7,77	157,38
II. 17.6.	desgl.	5,85	189,77	2,97	25,42	2,55	15,53	5,16	9,18	6,23	17,44	4,98	257,34
III. 3.7.	desgl.	15,38	766,85	9,53	51,65	2,48	21,35	5,89	10,54	4,31	18,02	12,43	868,41
IV. 27.7.	desgl.	3,04	138,68	—	—	5,85	38,20	5,55	9,93	3,19	9,60	3,45	196,41
I. 29.5.	Kali (K_2O)	3,92	32,18	3,24	39,01	—	—	—	—	—	—	3,52	71,19
II. 17.6.	desgl.	2,09	67,80	2,86	24,48	1,94	11,81	1,35	2,40	1,53	4,28	2,14	110,77
III. 3.7.	desgl.	1,30	64,82	2,25	12,20	1,59	13,69	1,32	2,36	0,57	2,38	1,37	95,45
IV. 27.7.	desgl.	1,28	58,39	—	—	0,50	3,27	1,60	2,86	0,55	1,66	1,16	66,18
I. 29.5.	Natron (Na_2O)	1,06	8,70	1,03	12,40	—	—	—	—	—	—	1,04	21,10
II. 17.6.	desgl.	0,85	27,57	0,71	6,08	1,21	7,37	0,99	1,76	0,50	1,40	0,86	44,18
III. 3.7.	desgl.	0,49	24,43	0,35	1,90	0,75	6,46	0,10	0,18	0,15	0,63	0,48	33,60
IV. 27.7.	desgl.	0,61	27,83	—	—	0,23	1,50	0,49	0,88	0,15	0,45	0,54	30,66

1) Stroh = Oberirdischer Teil ohne Körner.

1903.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
der Ernte												Setzt man Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet
Körner[2])		Oberirdischer Teil		Stoppeln		Wurzeln		Unterirdischer Teil		Ganze Pflanze		
%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%
—	—	—	20,25	—	3,49	—	4,50	—	7,99	—	28,24	29,67
—	3,37	—	55,04	—	10,45	—	3,22	—	13,67	—	68,71	72,19
—	17,73	—	87,59	—	5,09	—	2,50	—	7,59	—	95,18	100,00
—	31,08	—	88,03	—	3,65	—	1,11	—	4,76	—	92,79	97,49
%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%
—	—	7,77	157,38	6,56	22,89	1,46	6,57	3,69	29,46	6,62	186,84	8,74
8,63	29,08	5,20	286,42	5,89	61,55	2,95	9,50	5,20	71,05	5,20	357,47	16,73
50,33	892,35	20,10	1760,76	9,90	50,39	5,33	13,30	8,40	63,72	19,17	1824,48	85,38
61,95	1925,41	24,10	2121,82	3,38	12,34	2,40	2,66	3,15	15,00	23,03	2136,82	100,00
—	—	3,52	71,19	2,54	8,86	0,61	2,75	1,45	11,61	2,93	82,80	57,91
1,75	5,90	2,12	116,67	2,25	23,51	0,87	2,80	1,92	26,31	2,08	142,98	100,00
0,96	17,02	1,28	112,47	1,25	6,36	0,64	1,60	1,05	7,96	1,27	120,43	84,23
0,74	23,00	1,01	89,18	0,89	3,25	0,41	0,46	0,78	3,71	1,00	92,89	64,97
—	—	1,04	21,10	1,83	6,39	1,06	4,77	1,40	11,16	1,14	32,26	51,28
0,16	5,39	0,90	49,57	0,83	8,67	1,45	4,67	0,98	13,34	0,92	62,91	100,00
0,16	2,84	0,42	36,44	0,67	3,41	0,68	1,70	0,67	5,11	0,44	41,55	66,05
0,15	4,66	0,40	35,32	0,64	2,34	0,94	1,04	0,71	3,38	0,42	38,70	61,52

	II. Ernte	III. Ernte	IV. Ernte
2) Körner im oberirdischen Teil	6,12	20,24	35,31
Körner in der ganzen Pflanze	4,90	18,63	33,49

Tabelle 17. **Sommer=**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Trockengewicht											
Zeit der Ernte		Stengel		Grüne Blätter		Trockene Blätter		Ähren		Spreu		Stroh[1])	
		%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha
I. 22.6.	Trocken=gewicht	—	8,41	—	14,78	—	—	—	—	—	—	—	23,19
II. 14.7.	desgl.	—	41,03	—	11,76	—	5,89	—	2,77	—	3,05	—	64,50
III. 5.8.	desgl.	—	53,32	—	7,14	—	7,54	—	5,23	—	6,59	—	79,82
IV. 28.8.	desgl.	—	40,06	—	—	—	9,95	—	4,65	—	5,97	—	60,63
		%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha
I. 22.6.	Stärke	6,60	55,51	2,22	32,81	—	—	—	—	—	—	3,81	88,32
II. 14.7.	desgl.	13,84	567,86	3,60	42,34	3,72	21,91	6,79	18,81	9,34	28,49	10,53	679,41
III. 5.8.	desgl.	9,83	524,14	3,34	23,85	2,37	17,87	4,20	21,97	13,35	87,98	8,47	675,81
IV. 28.8.	desgl.	1,84	73,71	—	—	1,84	18,31	7,65	35,57	15,30	91,34	3,61	218,93
I. 22.6.	Kali (K_2O)	4,84	40,70	3,30	48,77	—	—	—	—	—	—	3,86	89,47
II. 14.7.	desgl.	1,95	80,01	2,78	32,69	0,84	4,95	1,59	4,40	1,93	5,89	1,98	127,94
III. 5.8.	desgl.	1,53	81,58	2,22	15,85	0,64	4,83	1,43	7,48	1,20	7,91	1,47	117,65
IV. 28.8.	desgl.	1,08	43,26	—	—	0,51	5,07	0,84	3,91	0,62	3,70	0,92	55,94
I. 26.6.	Natron(Na_2O)	0,64	5,38	0,49	7,24	—	—	—	—	—	—	0,54	12,62
II. 14.7.	desgl.	0,32	13,13	0,39	4,59	0,22	1,30	0,20	0,55	0,12	3,66	0,36	23,23
III. 5.8.	desgl.	0,16	8,53	0,23	1,64	0,18	1,36	0,19	0,99	0,09	0,59	0,16	13,11
IV. 28.8.	desgl.	0,14	5,61	—	—	0,23	2,29	0,09	0,42	0,08	0,48	0,15	8,80

1) Stroh = Oberirdischer Teil ohne Körner.

weizen 1903.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
der Ernte												Setzt man Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet
Körner[2])		Oberirdischer Teil		Stoppeln		Wurzeln		Unterirdischer Teil		Ganze Pflanze		
%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%
—	—	—	23,19	—	2,92	—	3,22	—	6,14	—	29,33	28,33
—	—	—	64,50	—	7,05	—	5,29	—	12,34	—	76,84	73,97
—	8,12	—	87,94	—	5,25	—	7,43	—	12,68	—	100,62	96,86
—	31,83	—	92,46	—	6,22	—	5,20	—	11,42	—	103,88	100,00
%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%
—	—	3,81	88,32	3,53	10,31	1,35	4,35	2,39	14,66	3,51	102,98	4,56
—	—	10,53	679,41	6,42	45,26	3,00	15,87	4,95	61,13	9,64	740,54	32,77
55,84	453,42	12,84	1129,23	5,82	30,56	3,42	25,41	4,41	55,97	11,78	1185,20	52,45
63,68	2026,93	24,29	2245,86	1,32	8,21	1,09	5,67	1,22	13,88	21,75	2259,74	100,00
—	—	3,86	89,47	2,47	7,21	0,79	2,54	1,59	9,75	3,38	99,22	71,68
—	—	1,98	127,94	0,97	6,84	0,69	3,65	0,85	10,49	1,80	138,43	100,00
1,06	8,61	1,44	126,26	0,73	3,83	0,93	6,91	0,85	10,74	1,36	137,00	98,97
0,60	19,10	0,81	75,04	0,57	3,55	0,56	2,91	0,57	6,46	0,78	81,50	58,87
—	—	0,54	12,62	0,87	2,54	0,95	3,06	0,91	5,60	0,62	18,22	58,70
—	—	0,36	23,23	0,50	3,53	0,81	4,28	0,63	7,81	0,40	31,04	100,00
0,09	0,73	0,16	13,84	0,40	2,10	0,66	4,90	0,55	7,00	0,21	20,84	67,14
0,04	1,27	0,11	10,07	0,32	1,99	0,45	2,34	0,38	4,33	0,14	14,40	46,39

	III. Ernte	IV. Ernte
2) Körner im oberirdischen Teil	9,23 %	34,43 %
Körner in der ganzen Pflanze	8,07 „	30,64 „

In diesem Falle haben wir, wie aus Tabelle 16 hervorgeht, bei jeder Ernte die Pflanze getrennt in Stengel, grüne Blätter, trockene Blätter, Ähren, Grannen, Stroh, Körner, Stoppeln und Wurzeln, so daß wir also den Verlauf der Nährstoffaufnahme und die Verteilung der Nährstoffe in den einzelnen Pflanzenteilen genau verfolgen können. Die Ernte ist sowohl in bezug auf ihre Größe als auch auf die prozentische Zusammensetzung als ziemlich normal zu bezeichnen. Die Menge von nur 35,31 % Körnern im oberirdischen Teil deutet vielleicht auf schwachen Kalimangel hin. Die Zu- und Abnahme der einzelnen Pflanzenteile während des Wachstums möge man aus der Tabelle ersehen, wir erwähnen hier nur, daß die Gesamternte ihre größte Menge bei der dritten Ernte erreicht und bei der vierten Ernte auf nahezu derselben Höhe, 97,49 %, stehen bleibt. Die geringen Abweichungen liegen im Bereiche der Versuchsfehler. Ebenso steigt die gebildete Stärkemenge von Ernte zu Ernte und erreicht ihre größte Menge erst in der letzten Ernte.

Ganz anders verhalten sich wiederum Kali und Natron. Die größte Kalimenge finden wir im oberirdischen Teil, in den Stoppeln und Wurzeln bei der zweiten Ernte. Setzen wir diese Kalimengen = 100, so finden wir in der dritten Ernte überall schon bedeutend weniger und bei der Schlußernte im oberirdischen Teil nur noch 76 %, in der ganzen Pflanze nur noch 65 % der obigen Menge. Wir sehen zu gleicher Zeit, daß die in den Wurzeln enthaltene größte Kalimenge von 2,80 kg auf 1 ha gegenüber der in der ganzen Pflanze enthaltenen Menge von 142,98 kg gar keine Rolle spielt. Von der zweiten bis zur vierten Ernte verringerte sich die Kalimenge im oberirdischen Teil einschließlich der Stoppeln um 47,75 kg auf 1 ha, in den Wurzeln nur um 2,34 kg, im ganzen also um 50,09 kg, oder im oberirdischen Teil einschließlich der Stoppeln um 24 %, in den Wurzeln um 16 % und in der ganzen Pflanze um 35 %.

Zu ganz ähnlichen Zahlen kommen wir nun bei dem Natron. In demselben Zeitraume von der zweiten bis zur vierten Ernte finden wir hier für 1 ha einen Natronverlust von 20,58 kg oder 42 % in der oberirdischen Substanz einschließlich der Stoppeln, 3,63 kg oder 78 % in den Wurzeln und 24,21 kg oder 39 % in der ganzen Pflanze. Auch hier tritt also die in den Wurzeln enthaltene und verloren gehende Menge ganz in den Hintergrund.

3. Sommerweizen 1903. Feldversuch.

(Tabelle 17.)

Dieser Versuch wurde auf demselben Ackerstücke ausgeführt wie der schon besprochene Gerstenversuch 1903. Die Bearbeitung des Ackers war hier wie dort. Im zeitigen Frühjahr erhielt auch der Weizen auf 1 ha eine Düngung von 200 kg Ammoniaksuperphosphat. Vor dem Drillen wurden gegeben für 1 ha 100 kg Chilisalpeter mit 15,5 % Stickstoff und am 4. Juni nochmals 100 kg als Kopfdüngung.

Weizensorte: Bordeaux, gekalkt. Aussaat am 23. April 1903. Drillreihenweite 15,7 cm. Aufgang etwas unregelmäßig am 15. Mai. Der Verlauf des Wachstums war dann aber bis zur letzten Ernte normal.

Was über die Ernte und die gebildete Stärkemenge und ebenso über die Verteilung der Nährstoffe innerhalb der Pflanze bei der Gerste gesagt wurde, gilt auch in gleicher Weise für den Sommerweizen, denn wir begegnen hier fast denselben Verhältnissen

wie dort. Die größte Menge von Pflanzentrockensubstanz und Stärke finden wir in der letzten Ernte.

Ganz anders verhält sich aber auch hier wieder das Kalium. Um einen etwaigen Verlust an Kali festzustellen, können wir natürlich wieder nur die für den oberirdischen Teil einschließlich der Stoppeln und der Wurzeln bzw. die ganze Pflanze gefundenen Zahlen, nicht die vielen anderen Einzelzahlen der Tabelle 17 benutzen.

Auf 1 ha betrugen die gefundenen Kalimengen in

	oberirdischer Pflanze + Stoppeln	Wurzeln	ganzer Pflanze
Größte Menge	134,78 kg	6,91 kg	138,43 kg
Kleinste Menge . . .	78,59 „	2,91 „	81,50 „
Verlust	56,19 „	4,00 „	56,93 „
Verlust in Prozenten .	41,69	57,89	41,13

Es handelt sich nach diesen Zahlen also wieder um sehr große Verluste, an denen jedoch die Wurzeln mit nur sehr geringen Mengen beteiligt sind, wenn auch der prozentische Verlust hier sehr hoch ist, was in diesem Falle, in einem Feldversuche, jedenfalls teilweise in den unvermeidlichen Ernteverlusten mit begründet ist, wie schon bei der Gerste ausgeführt wurde. Durch Ernteverluste oder Auswaschen des Kalis aus den Wurzeln lassen sich auch in diesem Falle die großen Kaliverluste im oberirdischen Teile jedenfalls nicht erklären.

4. Erbsen 1896. Topfversuch.

Diese Versuche wurden wieder ausgeführt nach der Methode der Sandkultur. Phosphorsäure (0,426 g), Kalk und Magnesia standen den Pflanzen in reicher Menge zur Verfügung in Form von Magnesiumsulfat, Bikalziumphosphat und Kalziumkarbonat. Außerdem erhielt aber jedes Gefäß eine geringe Menge, 0,112 g, Stickstoff als Ammoniumnitrat und Bodenaufguß von 10 g Boden (1 Teil Boden auf 2 Teile Wasser). Das Kalium wurde in steigenden Mengen, wie bei der Gerste, in Form von Chlorkalium gegeben.

a) Kalidüngung: 0,047 g. (Tabelle 18a.)
b) Kalidüngung: 0,141 g. (Tabelle 18b.)
c) Kalidüngung: 0,282 g. (Tabelle 18c.)
d) Kalidüngung: 0,564 g. (Tabelle 18d.)

Vegetationsbeobachtungen.

Aussaat am 23. April, 6 Erbsen auf den Topf. Aufgang am 30. April, am 12. Mai bis auf vier Pflanzen verzogen. Das Wachstum war durchaus normal. Am 6. Juni sind alle Pflanzen mit einer Düngung entsprechend 0,047 g K_2O zurückgeblieben und zeigen durch Verfärben der Blätter deutlich die Zeichen des Kalimangels. Alle anderen Pflanzen sind gleich groß und zeigen keine Mangelerscheinungen. Am 11. Juni beginnen alle Erbsen zu blühen.

Die Pflanzen mit einer Düngung von 0,141 g K_2O waren am 12. Juni etwas zurückgeblieben, und am 25. Juni zeigten alle Versuche gemäß der gegebenen Kalidüngung eine ansteigende Reihe. Mangelerscheinungen an den Blättern waren aber

Tabelle 18a. **Erbsen 1896.**

a) Kalidüngung: 0,047 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
77	I.: 24. 5.	Geerntetes Trockengewicht	1,327	1,037	—	2,364	17,19
78	II.: 1. 6.	desgl.	2,698	1,531	—	4,229	30,75
85	III.: 12. 6.	desgl.	6,087	1,931	—	8,018	58,30
86	IV.: 25. 6.	desgl.	11,532	1,896	—	13,428	97,64
69	V.: 20. 7.	desgl.	12,201[1])	1,551	—	13,752[2])	100,00
77	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	1,44	0,034	1,47
78	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	4,69	0,198	8,55
85	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	5,85	0,469	20,25
86	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	10,04	1,348	58,20
69	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	16,84	2,316	100,00
77	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	2,40	0,057	100,00
78	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	1,21	0,051	89,47
85	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,64	0,051	89,47
86	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,41	0,055	96,49
69	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,37	0,051	89,47
77	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	1,02	0,024	100,00
78	II.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,53	0,022	91,67
85	III.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,17	0,014	58,33
86	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,15	0,020	83,33
69	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,13	0,018	75,00

1) Oberirdischer Teil = 7,217 g Stroh, 4,984 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 40,85 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 36,24 %.

Tabelle 18b. **Erbsen 1896.**

b) Kalidüngung: 0,141 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
		Geerntetes					
79	I.: 24. 5.	Trockengewicht	1,580	1,197	—	2,777	13,88
80	II.: 1. 6.	desgl.	3,196	1,613	—	4,809	24,03
87	III.: 12. 6.	desgl.	7,463	1,850	—	9,313	46,53
88	IV.: 25. 6.	desgl.	17,140	2,760	—	19,900	99,43
71	V.: 20. 7.	desgl.	18,750[1])	1,264	—	20,014[2])	100,00
79	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	2,58	0,072	1,85
80	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	4,18	0,201	5,16
87	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	4,56	0,425	10,91
88	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	16,76	3,335	85,62
71	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	19,46	3,895	100,00
79	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	4,58	0,127	87,58
80	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	2,59	0,125	86,21
87	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	1,35	0,126	86,90
88	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,73	0,145	100,00
71	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,48	0,096	66,21
79	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,85	0,024	100,00
80	II.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,32	0,015	62,50
87	III.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,19	0,018	75,00
88	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,12	0,024	100,00
71	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,12	0,024	100,00

1) Oberirdischer Teil = 10,783 g Stroh, 7,967 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 42,49 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 39,81 %.

Tabelle 18c. **Erbsen 1896.**

c) Kalidüngung: 0,282 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil g	Wurzeln g	Ganze Pflanze %	Ganze Pflanze g	Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet %
81	I.: 24. 5.	Geerntetes Trockengewicht	1,470	1,063	—	2,533	9,73
82	II.: 1. 6.	desgl.	2,482	1,425	—	3,907	15,01
89	III.: 12. 6.	desgl.	10,264	2,465	—	12,729	48,91
90	IV.: 25. 6.	desgl.	12,797	1,944	—	14,741	56,64
73	V.: 20. 7.	desgl.	24,630[1])	1,396	—	26,026[2])	100,00
81	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	6,84	0,173	3,15
82	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	5,22	0,204	3,71
89	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	5,63	0,717	13,05
90	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	10,01	1,476	26,87
73	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	21,11	5,494	100,00
81	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	6,47	0,164	68,91
82	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	5,67	0,222	93,28
89	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	1,87	0,238	100,00
90	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	1,59	0,234	98,32
73	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,82	0,213	89,50
81	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,80	0,020	40,82
81	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	0,57	0,022	44,90
89	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,19	0,024	48,98
90	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,14	0,021	42,86
73	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,19	0,049	100,00

1) Oberirdischer Teil = 12,486 g Stroh, 12,144 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 49,31 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 46,66 %.

Tabelle 18d. **Erbsen 1896.**

d) Kalidüngung: 0,564 g K_2O.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Zeit der Ernte		Oberirdischer Teil	Wurzeln	Ganze Pflanze		Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet
			g	g	%	g	%
		Geerntetes					
83	I.: 24. 5.	Trockengewicht	1,544	1,045	—	2,589	9,12
84	II.: 1. 6.	desgl.	2,954	1,473	—	4,427	15,59
91	III.: 12. 6.	desgl.	10,172	2,641	—	12,813	45,12
92	IV.: 25. 6.	desgl.	20,267	2,936	—	23,203	81,72
75	V.: 20. 7.	desgl.	26,822 1)	1,572	—	28,394 2)	100,00
83	I.: 24. 5.	Stärke	—	—	4,71	0,122	2,10
84	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	4,42	0,196	3,37
91	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	3,75	0,480	8,25
92	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	13,39	3,107	53,43
75	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	20,48	5,815	100,00
83	I.: 24. 5.	Kali (K_2O)	—	—	7,74	0,200	41,07
84	II.: 1. 6.	desgl.	—	—	6,63	0,294	60,37
91	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	3,80	0,487	100,00
92	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	1,79	0,415	85,22
75	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	1,46	0,414	85,01
83	I.: 24. 5.	Natron (Na_2O)	—	—	0,81	0,021	46,67
84	II.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,41	0,018	40,00
91	III.: 12. 6.	desgl.	—	—	0,23	0,029	64,44
92	IV.: 25. 6.	desgl.	—	—	0,15	0,035	77,78
75	V.: 20. 7.	desgl.	—	—	0,16	0,045	100,00

1) Oberirdischer Teil = 13,428 g Stroh, 13,394 g Körner. Körner im oberirdischen Teil = 49,94 %.

2) Körner in der ganzen Pflanze = 47,17 %.

nur bei einer Düngung entsprechend 0,047 g K_2O zu bemerken. Im übrigen war das Wachstum normal bis zur letzten Ernte.

Als Ergebnis der Versuche finden wir zuerst, daß das Wachstum der Erbsen im allgemeinen genau im Verhältnis zur gegebenen Kalidüngung steht. Je größer die Kaligabe, desto günstiger ist die Zusammensetzung der Ernte, desto mehr Körner ernten wir. Der prozentische Gehalt der Gesamttrockensubstanz an Körnern steigt mit zunehmender Kalidüngung von 36,24 % auf 39,81 %, 46,66 % und 47,17 %, liefert also durch seine Größe in den letzten Ernten den Beweis dafür, daß wir richtig zusammengesetzte und richtig ernährte Pflanzen vor uns haben. Wir erkennen aber auch aus den Zahlen, daß die Menge von 0,282 g K_2O zur vollen Ernährung der Pflanzen schon nahezu genügte. Die größte Menge von Erntesubstanz und Stärke finden wir auch hier wieder stets erst in der letzten Ernte.

Anders verhält sich wieder das Kalium. Bei der geringsten Kaligabe findet sich die größte aufgenommene Kalimenge naturgemäß schon in der ersten Ernte, sonst in der zweiten bis vierten Ernte, aber ohne erkennbare Regel. In der letzten Ernte finden wir jedoch überall wieder einen Kaliverlust, ohne Gesetzmäßigkeit schwankend zwischen 34 und 11 %.

Dieses Fehlen der Gesetzmäßigkeit im Gegensatze zur Gerste kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß die Erbsen die Hauptmenge ihres Stickstoffbedarfes der Luft entnehmen mußten. Dieser von den hinzugefügten Bakterien abhängige, naturgemäß in den einzelnen Gefäßen nicht ganz gleichmäßig verlaufende Vorgang beeinflußt natürlich in hohem Maße auch die Aufnahme der anderen Nährstoffe. Hierdurch sind sicher auch die Unregelmäßigkeiten in der Natronaufnahme zu erklären.

5. Kartoffeln 1903. Topfversuch.

(Tabelle 19.)

Diese Versuche wurden ausgeführt in Kulturgefäßen, welche 8,40 kg eines Gemisches von Sand und 6 % gereinigtem Torfe faßten. Neben reichlichen Mengen von Stickstoff, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia in Form von Kalziumnitrat, Mono- und Bikalziumphosphat, Magnesiumsulfat erhielt jedes Gefäß 5,170 g K_2O, je zur Hälfte als Chlorkalium und Kaliumsulfat.

Die Pflanzen wurden bei der Ernte in alle ihre einzelnen Bestandteile zerlegt, die Kartoffelknollen ihrer Größe nach gesondert. Wir führen in Tabelle 19 die Erntegewichte nur für das Gesamtkraut und für die Gesamtknollen an, da nur für diese in ihrer Gesamtheit die Kalibestimmungen vorliegen.

Das Wachstum aller dieser Pflanzen, welche also sämtlich Kontrollversuche darstellen, verlief vom Anfang bis zum Schlusse normal. Sorte: Geheimrat Thiel.

Als Ergebnis der Versuche finden wir wieder in Übereinstimmung mit allen vorher behandelten Pflanzen, daß das höchste Erntegewicht und die größte Stärkemenge sich erst in der letzten Ernte finden.

Gänzlich abweichend von den bisher besprochenen Pflanzen verhalten sich aber nun die Kartoffeln in bezug auf die Kali- und Natronaufnahme. Während wir bisher immer fanden, daß die größte Kalimenge, mit wenigen Ausnahmen auch die größte Natronmenge, von der Pflanze schon lange vor ihrer Reife aufgenommen war, immer

Tabelle 19. **Kartoffeln 1903.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr.	Zeit der Ernte		Kraut			Knollen			Ganze Pflanze			Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedenen Zeiten geerntet
				Summe	Mittel		Summe	Mittel		Summe	Mittel	
			%	g	g	%	g	g	%	g	g	%
937 + 938	I.: 12. 6.	Geerntetes Trockengewicht	—	26,51	13,26	—	0,23	0,12	—	26,74	13,37	6,54
929 + 931	II.: 30. 6.		—	83,00	41,50	—	34,88	17,44	—	117,88	58,94	28,85
933 + 935	III.: 7. 8.		—	128,08	64,04	—	233,95	116,98	—	362,03	181,02	88,61
934 + 936	IV.: 4. 9.		—	83,90	41,95	—	324,65	162,33	—	408,55	204,28	100,00
937 + 938	I.: 12. 6.	Stärke	—	—	—	—	—	—	3,43	0,92	0,46	0,43
929 + 931	II.: 30. 6.		5,69	4,72	2,36	60,58	21,13	10,57	21,93	25,85	12,93	12,07
933 + 935	III.: 7. 8.		11,02	14,11	7,06	58,64	137,19	68,60	41,79	151,30	75,65	70,65
934 + 936	IV.: 4. 9.		5,67	4,76	2,38	64,50	209,40	104,70	52,42	214,16	107,08	100,00
937 + 938	I.: 12. 6.	Kali	—	—	—	—	—	—	8,82	2,36	1,18	23,67
929 + 931	II.: 30. 6.		7,46	6,19	3,10	2,96	1,03	0,52	6,12	7,22	3,61	72,42
933 + 935	III.: 7. 8.		2,82	3,61	1,81	2,61	6,11	3,06	2,68	9,72	4,86	97,49
934 + 936	IV.: 4. 9.		1,32	1,11	0,56	2,73	8,86	4,43	2,44	9,97	4,99	100,00
937 + 938	I.: 12. 6.	Natron	—	—	—	—	—	—	0,51	0,14	0,07	25,00
929 + 931	II.: 30. 6.		0,37	0,31	0,16	0,14	0,05	0,03	0,31	0,36	0,18	64,29
933 + 935	III.: 7. 8.		0,17	0,22	0,11	0,07	0,16	0,08	0,10	0,38	0,19	67,86
934 + 936	IV.: 4. 9.		0,36	0,30	0,15	0,08	0,26	0,13	0,14	0,56	0,28	100,00

dann, wenn sie auf dem Höhepunkte des Wachstums stand, finden wir, daß die Kartoffel die größte Kali- und Natronmenge erst in der letzten Ernte enthielt, also nach dem völligen Absterben des Krautes. Behandelt wurden diese Pflanzen während der Wachstumszeit genau so wie die vorher beschriebenen, die vertrockneten Blätter und die Wurzeln wurden in derselben Weise wie dort gewonnen, so daß irgendwie in Betracht kommende Verluste in beiden Fällen ausgeschlossen waren. Es bleibt nur die Annahme, daß sich die Kartoffel bezüglich der Kali- und Natronaufnahme — wie wir hinzufügen wollen, soweit wir festgestellt haben, auch in bezug auf die Aufnahme von Stickstoff, vielleicht auch von Phosphorsäure, worauf wir hier aber nicht eingehen können — sich grundsätzlich anders verhält als die vorher behandelten Pflanzen, bei denen in der Schlußernte, trotzdem diese höher als alle anderen war, stets ein Verlust der oben genannten Nährstoffe eingetreten war.

6. Kartoffeln 1903. Feldversuch.

(Tabelle 20.)

Ausgeführt wurde dieser Versuch auf demselben Ackerstück, auf welchem im Jahre 1903 auch die schon beschriebenen Versuche mit Gerste und Sommerweizen angestellt waren. Größe des Versuchsstückes 6,25 a. Der Acker wurde bearbeitet und gedüngt, wie schon beschrieben ist; beim Umgraben am 25. April wurden außerdem gegeben für 1 ha 200 kg 40 %iges Kalisalz, vor dem Legen der Knollen am 28. April 100 kg Chilisalpeter und als Kopfdüngung vor der ersten Hacke am 5. Juni nochmals 100 kg Chilisalpeter. Sorte: Geheimrat Thiel. Gelegt am 28. April 1903. Abstand der einzelnen Stauden und Reihen voneinander je 55 cm. Aufgang am 30. Mai.

Entwicklung der Pflanzen während der ganzen Wachstumszeit normal. Geerntet wurden die Pflanzen auch bei diesem Versuch in vier verschiedenen Zeiten. Bei jeder Ernte wurden auch hier die Pflanzen in alle ihre einzelnen Bestandteile zerlegt, letztere in diesem Falle aber auch alle einzeln der chemischen Analyse unterworfen. Da die so erhaltenen Zahlen mancherlei bemerkenswerte Ergebnisse in bezug auf die Wanderung der Nährstoffe innerhalb der Pflanze aufweisen, geben wir dieselben wenigstens für Kali und Natron unverkürzt wieder, wenn auch für diese Arbeit nur die in der ganzen Pflanze bzw. in den Wurzeln gefundenen Mengen in Betracht kommen.

Das Ergebnis dieser Versuche bezüglich der Kali- und Natronaufnahme ist genau dasselbe wie bei dem Topfversuch. Gesamternte und Stärke erreichen ihre größte Menge wieder erst in der Schlußernte, ebenso wie die aufgenommenen Kali- und Natronmengen. Diese Zahlen gewinnen hier noch dadurch an Bedeutung, daß auf dem Felde bei Kartoffeln durch abfallende Blätter ein Ernteverlust an Stroh schwer zu vermeiden ist. Dadurch wird der verhältnismäßig große Verlust an Kartoffelstroh von der dritten bis zur vierten Ernte teilweise mit erklärt werden müssen. Trotzdem ist aber in der vierten Ernte nicht nur die größte Erntemenge, sondern auch die größte Menge von Kali und Natron, wie wieder beiläufig bemerkt sein mag, auch von Stickstoff und Phosphorsäure zu finden.

Also auch nach diesem Feldversuche scheint sich die Kartoffel bezüglich der Nährstoffaufnahme grundsätzlich von den früher beschriebenen Pflanzen zu unterscheiden.

Für die Praxis ergibt sich aus den Versuchen dieses Abschnittes in bezug auf die Kalifrage folgendes:

Bei der Schlußernte fand man nach den mitgeteilten Feldversuchen, auf 1 ha berechnet:

in den Kartoffeln	161,17 kg	Kali (K_2O)
„ der Gerste	92,89 „	„ „
„ dem Weizen	81,50 „	„ „

mithin wären nach diesem Befunde zur Entwicklung der Gerste 58 %, für die des Weizens 51 % der von der Kartoffel verbrauchten Kalimenge erforderlich gewesen.

Die höchsten, in den drei obigen Pflanzen gefundenen Kalimengen betrugen aber, wiederum auf 1 ha berechnet:

bei Kartoffeln	161,17 kg	Kali (K_2O)
„ Gerste	142,98 „	„ „
„ Weizen	138,43 „	„ „

In der Schlußernte wurden bei Gerste und Weizen also nur 92,89 kg und 81,50 kg Kali gefunden, erforderlich für die Entwicklung waren aber 142,98 kg und 138,43 kg oder 89 % und 86 % derjenigen Menge, welche die Kartoffelernte (Knollen, Kraut und Wurzeln) in sich enthielt. Für die Kalientnahme aus dem Boden bezw. die Kalidüngung der einzelnen Pflanzen würden sich hiernach also bemerkenswerte Schlußfolgerungen ableiten lassen.

5. Die niederen Lebewesen in ihren Beziehungen zur Kaliaufnahme der Pflanzen.

Vor die schwierigsten Aufgaben bezüglich der Forschung über die Kaliaufnahme der Pflanzen stellen uns die niederen Lebewesen. Mit Sicherheit wissen wir, daß bestimmte Bakterien sehr großen Einfluß ausüben auf die Stickstoffernährung der Pflanzen; wir wissen, daß Bakterien den Vorrat des Bodens an schwer löslichem, organischen Stickstoff auf die mannigfachste Weise umsetzen in leicht lösliche, für die Pflanzen aufnehmbare Verbindungen oder auch wohl freien, in die Luft entweichenden Stickstoff entbinden; uns ist aber auch bekannt, daß gewisse Bakterien, vielleicht auch Algen, den freien Stickstoff der Luft zu binden vermögen, für sich allein oder in Symbiose mit anderen niederen Organismen. Der Forschung ist es ferner gelungen, den Nachweis zu führen, daß bei der Symbiose der sogenannten Knöllchenbakterien mit den Hülsenfrüchten gewaltige, der atmosphärischen Luft entstammende Stickstoffmengen unausgesetzt jahraus, jahrein den Pflanzen bzw. dem Boden zugeführt werden.

Alle diese Vorgänge kennen wir einigermaßen aus ihrem Endergebnis; über die Art, in welcher sich die Stickstoffumsetzung in den einzelnen Fällen vollzieht, herrscht meistens noch völliges Dunkel; wissen wir doch noch nicht einmal bei dem bekanntesten und am leichtesten zu beobachtenden Fall der Stickstoffaufnahme der Schmetterlingsblütler, ob Bakterien oder Pflanze, Wurzel oder oberirdischer Teil oder Bakterien und

Tabelle 20. **Kartoffeln**

1	2	3	4	5	6	7	8
Zeit der Ernte		Kraut					
		Grüne Blätter		Gelbe Blätter		Grüne Blattstiele	
		%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha
I.: 17. 6.	Frische Ernte	—	—	—	—	—	—
II.: 16. 7.	Frische Ernte	—	—	—	—	—	—
III.: 18. 8.	Frische Ernte	—	—	—	—	—	—
IV.: 5. 10.	Frische Ernte	—	—	—	—	—	—
I.: 17. 6.	Trockene Ernte	—	5,96	—	—	—	1,23
II.: 16. 7.	Trockene Ernte	—	8,39	—	—	—	2,68
III.: 18. 8.	Trockene Ernte	—	11,68	—	1,32	—	2,53
IV.: 5. 10.	Trockene Ernte	—	—	—	7,89	—	—
		%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha
I.: 17. 6.	Stärke	5,78	34,45	—	—	4,77	5,87
II.: 16. 7.	Stärke	6,57	55,12	—	—	6,60	17,69
III.: 18. 8.	Stärke	5,85	68,33	4,88	6,44	9,08	22,97
IV.: 5. 10.	Stärke	—	—	3,53	27,85	—	—
I.: 17. 6.	Kali (K_2O)	3,37	20,08	—	—	8,66	10,65
II.: 16. 7.	Kali (K_2O)	1,66	13,93	—	—	4,10	10,99
III.: 18. 8.	Kali (K_2O)	0,99	11,56	0,45	0,59	2,08	5,26
IV.: 5. 10.	Kali (K_2O)	—	—	0,30	2,37	—	—
I.: 17. 6.	Natron (Na_2O)	0,43	2,56	—	—	0,48	0,59
II.: 16. 7.	Natron (Na_2O)	0,22	1,85	—	—	0,32	0,86
III.: 18. 8.	Natron (Na_2O)	0,12	1,40	0,15	0,20	0,25	0,63
IV.: 5. 10.	Natron (Na_2O)	—	—	0,11	0,87	—	—

1903.

9	10	11	12	13	14	15	16
Kraut							
Gelbe Blattstiele		Stengel		Wurzeln		Gesamtkraut + Wurzeln	
%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	2,75	—	0,64	—	10,58
—	—	—	6,15	—	0,65	—	17,87
—	0,31	—	10,83	—	0,56	—	27,23
—	2,06	—	8,47	—	0,54	—	18,96
%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha
—	—	3,79	10,42	3,19	2,04	4,99	52,78
—	—	6,53	40,16	7,02	4,56	6,58	117,53
5,37	1,66	12,53	135,70	8,74	4,89	8,81	239,99
3,90	8,03	2,48	21,00	3,15	1,70	3,09	58,58
—	—	6,65	18,29	2,61	1,67	4,79	50,69
—	—	2,30	14,15	1,04	0,68	2,22	39,75
1,02	0,32	1,03	11,15	0,61	0,34	1,07	29,22
0,48	0,99	0,36	3,05	0,42	0,23	0,35	6,64
—	—	0,43	1,18	0,86	0,55	0,46	4,88
—	—	0,53	3,26	1,33	0,86	0,38	6,83
0,23	0,07	0,42	4,55	1,51	0,85	0,28	7,70
0,29	0,60	0,74	6,27	1,27	0,69	0,44	8,43

Tabelle 20 (Fortsetzung). **Kartoffeln**

1	2	17	18	19	20	21	22	23	24
Zeit der Ernte		Stolonen + Knollen bis 5 g		Knollen 5—20 g		Knollen 20—50 g		Stolonen + alle Knollen 5—50 g	
		%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha
I.: 17. 6.	Frische Ernte	—	3,88	—	—	—	—	—	3,88
II.: 16. 7.	Frische Ernte	—	1,94	—	28,01	—	50,81	—	80,76
III.: 18. 8.	Frische Ernte	—	2,25	—	15,74	—	41,75	—	59,74
IV.: 5. 10.	Frische Ernte	—	2,44	—	15,60	—	66,64	—	84,68
I.: 17. 6.	Trockene Ernte	—	0,76	—	—	—	—	—	0,76
II.: 16. 7.	Trockene Ernte	—	0,38	—	5,53	—	9,80	—	15,71
III.: 18. 8.	Trockene Ernte	—	0,46	—	2,63	—	10,69	—	13,78
IV.: 5. 10.	Trockene Ernte	—	0,45	—	3,81	—	16,67	—	20,93
		%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha
I.: 17. 6.	Stärke in der trockenen Ernte	48,64	36,97	—	—	—	—	—	—
II.: 16. 7.	Stärke in der trockenen Ernte	56,33	21,40	72,53	401,09	73,69	722,16	72,86	1144,65
III.: 18. 8.	Stärke in der trockenen Ernte	49,95	22,98	69,38	182,47	73,69	787,75	72,08	993,20
IV.: 5. 10.	Stärke in der trockenen Ernte	45,19	20,34	71,82	277,44	73,28	1221,58	72,59	1519,36
I.: 17. 6.	Kali in der trockenen Ernte	3,27	2,49	—	—	—	—	3,27	2,49
II.: 16. 7.	Kali in der trockenen Ernte	2,02	0,77	2,06	11,39	2,15	21,07	2,12	33,23
III.: 18. 8.	Kali in der trockenen Ernte	1,42	0,67	1,93	5,07	1,90	20,31	1,89	26,05
IV.: 5. 10.	Kali in der trockenen Ernte	1,79	0,81	2,00	7,62	1,99	33,17	1,99	41,60
I.: 17. 6.	Natron in der trockenen Ernte	0,18	0,14	—	—	—	—	0,18	0,14
II.: 16. 7.	Natron in der trockenen Ernte	0,19	0,07	0,13	0,72	0,14	1,37	0,14	2,16
III.: 18. 8.	Natron in der trockenen Ernte	0,62	0,29	0,13	0,34	0,15	1,60	0,16	2,23
IV.: 5. 10.	Natron in der trockenen Ernte	0,53	0,24	0,15	0,57	0,26	4,33	0,25	5,14

1) Knollen in der ganzen Pflanze:

I . . . . Ernte = 6,70 %
II . . . . „ = 55,84 „
III . . . . „ = 65,65 „
IV . . . . „ = 80,66 „

1903.

25	26	27	28	29	30	31	32	33
Knollen 50—100 g		Knollen über 100 g		Gesamtknollen[1])		Trockene ganze Pflanze		Setzt man die Höchstbildung von Trockensubstanz bzw. die Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so sind in den verschiedene Zeiten geerntet
%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%	dz auf 1 ha	%
—	—	—	—	—	3,88	—	—	1,27[2])
—	37,16	—	—	—	117,92	—	—	38,50[2])
—	85,40	—	68,20	—	213,34	—	—	69,65[2])
—	129,17	—	92,45	—	306,30	—	—	100,00[2])
—	—	—	—	—	0,76	—	11,34	11,57
—	6,89	—	—	—	22,60	—	40,47	41,27
—	21,11	—	17,15	—	52,04	—	79,27	80,85
—	33,81	—	24,35	—	79,09	—	98,05	100,00
%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	%	kg auf 1 ha	
—	—	—	—	48,64	36,97	7,91	89,75	1,50
71,37	491,74	—	—	72,41	1636,39	43,34	1753,92	29,41
73,35	1548,42	74,33	1274,76	73,34	3816,38	51,17	4056,37	68,01
74,82	2529,66	76,24	1856,44	74,67	5905,46	60,83	5964,04	100,00
—	—	—	—	3,27	2,49	4,69	53,18	33,00
2,20	15,16	—	—	2,14	48,39	2,18	88,14	54,69
1,91	40,32	1,79	30,70	1,86	97,07	1,59	126,29	78,36
1,95	65,93	1,93	47,00	1,95	154,53	1,64	161,17	100,00
—	—	—	—	0,18	0,14	0,44	5,02	25,23
0,14	0,96	—	—	0,14	3,12	0,25	9,95	50,00
0,04	0,84	0,02	0,34	0,07	3,41	0,14	11,11	55,83
0,15	5,07	0,06	1,46	0,14	11,47	0,20	19,90	100,00

2) Für frische Knollen berechnet.

Pflanze zusammen den Vorgang auslösen. Im letzteren Falle kennen wir aber wenigstens die Tatsache der Stickstoffsammlung unter den verschiedensten Verhältnissen genau und können daher aus dieser Erkenntnis heraus auch praktische Erfolge damit erzielen. Alle die anderen geschilderten Stickstoffvorgänge werden wir aber ebenso erst dann praktisch nutzbar machen können, wenn deren Grundlagen noch viel mehr wissenschaftlich durchforscht sind. Wir haben diese kurze Betrachtung über den Stickstoff vorausgeschickt, denn es ist nach den bisher besprochenen Ergebnissen mit Sicherheit anzunehmen, daß die durch niedere Organismen bewirkten Umsetzungen des Stickstoffes im Boden auch die Aufnahme anderer Nährstoffe durch die Pflanzen, also auch die Kaliaufnahme, in mannigfachster Weise beeinflussen werden.

Wie wir im Abschnitt 3 sehen, bewirkt eine vermehrte Stickstoffzufuhr auch eine vermehrte Kaliaufnahme durch unsere Kulturpflanzen. Die Erreger solcher Stickstoffzufuhr aus der Luft aber, Bakterien und Algen, bedürfen zu ihrer eigenen Entwicklung einer nicht unbeträchtlichen Menge mineralischer Stoffe, welche sie unter gleichzeitiger Bildung großer Mengen organischer Substanz in sich anhäufen. Dieses trifft natürlich die Algen in weit höherem Maße als die Bakterien. Die Algen gebrauchen zur Bildung ihrer organischen Substanz eine beträchtliche Menge anorganischer Stoffe. Bei der Zersetzung der gebildeten organischen Substanz werden die aufgenommenen mineralischen Bestandteile aber wieder frei und bereichern so mehr oder weniger den löslichen Nährstoffvorrat im Boden; bei dieser Zersetzung wird aber auch die Humusbildung gefördert, welche ihrerseits wieder die wasserfassende Kraft des Bodens unter Umständen bedeutend beeinflussen kann, besonders nach längerer Dauer. Die bei dieser Wechselwirkung stattfindende Zersetzung der Gesteine bewirkt aber ebenfalls eine Änderung der wasserfassenden Kraft des Bodens. Wenn wir auch diese Änderung in kurzen Zwischenräumen durch Zahlen nicht deutlich zum Ausdruck bringen können, weil sie zu langsam eintritt, durch die stetige rastlose Tätigkeit der Bakterien erfolgt sie sicher und wird noch vermehrt durch die bei der schon erwähnten im Boden stattfindenden Zersetzung der organischen Stoffe gebildeten Zwischenprodukte, peptonartige Stoffe usw., welche die wasserfassende Kraft eines Bodens auch in hohem Maße beeinflussen können, und zwar in günstiger oder ungünstiger Weise. Erwähnt sei hier nur, daß schon ein sehr geringer Zusatz von Pepton zu einem Boden dessen wasserfassende Kraft ganz bedeutend verringert. Welch großen Einfluß aber die Menge der Bodenfeuchtigkeit wiederum auf die Kaliaufnahme ausübt, sehen wir in Abschnitt 2 dieser Arbeit.

Aber auch auf die im Abschnitt 1 besprochene Absorption der Kaliverbindungen durch den Boden müssen nach den soeben angestellten Betrachtungen die Bakterien Einfluß haben. Die durch die Jahrtausende hindurch reichende, nie rastende, wenn auch im Einzelfalle noch so geringe Tätigkeit der niederen Lebewesen ist einem unausgesetzten Zernagen der Bodengesteine zu vergleichen. Den eindringenden, mit mineralischen Stoffen mehr oder weniger beladenen Wassermengen bieten sich so fortgesetzt neue Angriffsstätten, bieten sich so auch vor allen Dingen fortgesetzt Gelegenheiten zu chemischen Umsetzungen aller Art, unter denen die Absorption der Mineralstoffe, besonders auch die des Kaliums, eine hervorragende Rolle spielt. Keiner der hier geschilderten, mit der Tätigkeit von niederen Lebewesen im Zusammenhange stehenden Bodenvorgänge vollzieht sich aber für sich allein, jeder löst einen anderen aus, so daß die Fäden dieses Knäuels schier unentwirrbar erscheinen. Welch reiche Fülle von Tätigkeit haben wir auf diesem Forschungsgebiete noch vor uns!

Bei unseren Arbeiten über die Erforschung der Kalifrage haben wir natürlich auch den Einfluß der Bakterientätigkeit mit in den Kreis der Untersuchungen gezogen, ohne jedoch in der verhältnismäßig kurzen Zeit bestimmte und greifbare Ergebnisse in größerem Umfange zu erzielen. Halbvollendetes und nicht mit Sicherheit Festgestelltes zu beschreiben, ist aber ziemlich verlorene Mühe. Wir behalten uns also vor, die Ergebnisse dieser Arbeiten später zu veröffentlichen. Nur einige kleine Beispiele mögen hier Platz finden, um den Einfluß der Bakterien auf die Kaliaufnahme zu kennzeichnen.

Bekanntlich fördert die Behandlung eines Bodens mit Schwefelkohlenstoff das Wachstum der Pflanzen in ausgeprägter Weise, wie übereinstimmend von verschiedenen Forschern beobachtet ist. Wodurch in letzter Linie diese Wachstumsförderung erfolgt, ist mit Sicherheit noch nicht festgestellt; es ist aber keine Frage, da die Bakterienflora des Bodens durch den Schwefelkohlenstoff sehr stark beeinflußt wird, daß die Hauptursachen dieses besseren Gedeihens auf Bakterienwirkungen zurückzuführen sind. In dem folgenden Abschnitt werden wir sehen, daß der Schwefelkohlenstoff auch noch nach anderer Richtung hin günstig wirkt. Direkte Reizwirkungen des Schwefelkohlenstoffes dürfen wir wohl kaum annehmen, da man die guten Wirkungen der Bodenbehandlung auch dann noch unverändert stark bemerkt, wenn man durch Austrocknen des Bodens den Schwefelkohlenstoff wieder vollständig entfernt. Soweit Bakterientätigkeit in Betracht kommt, handelt es sich nun wohl hauptsächlich um Stickstoffsammlung bzw. um Stickstoffumsetzungsvorgänge, denn das Hauptmerkmal der in einem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden wachsenden Pflanzen ist ein lebhaftes Ergrünen infolge gesteigerter Stickstoffaufnahme. Sobald den Pflanzen aber eine größere Stickstoffmenge zur Verfügung steht, wird, wie wir schon sahen, auch die Kaliaufnahme gesteigert, was sich dann bei jedem derartigen Versuche nachweisen lassen muß. Nicht ausgeschlossen ist außerdem die Annahme, daß die durch den Schwefelkohlenstoff bzw. auch durch andere Mittel veränderte Bakterienflora die Löslichkeits- und Absorptionsverhältnisse der Mineralstoffe direkt beeinflußt.

Die vorliegenden Versuche wurden ausgeführt im Jahre 1899 mit Boden von zwei Parzellen des Versuchsfeldes der Versuchsstation; die eine Parzelle war seit 1891 stets, die andere niemals mit Kali gedüngt.

Die Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff fand statt in einem großen, doppelwandigen, nahezu luftdicht schließenden Holzkasten, in welchem auf schmalen Holzleisten ein großer Zinkkasten stand. In diesen Zinkkasten wurden je 50 kg Boden mit einem Wassergehalt von 12 bis 14 % gleichmäßig ausgebreitet und dann sieben Tage lang Schwefelkohlenstoffdämpfen ausgesetzt, nicht mit Schwefelkohlenstoff vermischt. Dieses wurde erreicht, indem man den in Porzellanschalen befindlichen Schwefelkohlenstoff, je 20—40 ccm, in dem Apparate verdunsten ließ.

Zwei dieser Schalen standen, von einer größeren verdeckt, auf dem Boden des Zinkkastens, also unter der Erde, zwei auf der Erde und zwei unter dem Zinkkasten, so daß der ganze innere Raum sich leicht mit Schwefelkohlenstoffdämpfen anfüllen konnte. Zweimal täglich wurde der Apparat geöffnet, um die Erde umzuschaufeln und den Schwefelkohlenstoff zu erneuern. Nach sieben Tagen wurde die Erde in dünner Schicht im Glashause ausgebreitet, täglich umgerührt und so bis auf einen Wassergehalt von 3 bis 4 % ausgetrocknet, wobei natürlich jeder Geruch nach Schwefelkohlenstoff verschwand.

Der Boden wurde nun wie üblich in Kulturgefäße gefüllt. Als Versuchsfrucht wurde Schnittsellerie gewählt, da dieser nur zwei Ernten, oberirdischen Teil und Wurzel, liefert.

Sellerie 1899. Topfversuch.

(Tabelle 21.)

1. Parzelle A 8, seit 1891 alljährlich mit Kali gedüngt.

Inhalt eines Gefäßes: 8,202 kg trockene Erde. Stickstoff wurde bei diesem Versuche nicht gegeben, aber da der Boden stets mit Kali gedüngt war, erhielt jedes Gefäß eine Zugabe von 0,705 g K_2O in Form von Chlorkalium. Aussaat am 28. April. Aufgang am 10. Mai. Die Pflanzen entwickelten sich von Anfang an gut, zeigten aber im Laufe des Sommers durch hellgrüne Blattfärbung Stickstoffmangel an, welcher sich Ende August bei Nr. 303 bis 308 gegenüber Nr. 309 und 310 außerdem durch deutliches Zurückbleiben bemerkbar machte. In dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden behielten die Pflanzen einen Vorsprung bis zu der Mitte Oktober erfolgten Ernte. Der Wassergehalt des Bodens betrug vom 28. April bis 1. Juni 14 %, vom 1. Juni bis 7. August 16 %, vom 7. August bis zur Ernte 18 %.

Aus den Zahlen der Tabelle 21 geht hervor, daß in dem rohen Boden 23,65 g, in dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten dagegen 40,48 g Sellerie (ganze Pflanze) geerntet wurden. Die Erntesteigerung betrug also 41,58 %.

Aus dem rohen Boden wurden an Kali aufgenommen 0,716 g, aus dem des infizierten 0,981 g, also in letzterem Falle 27,01 % mehr, und an Natron 0,192 g gegen 0,659 g, also in dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden sogar 70,86 % mehr.

Tabelle 21. **Sellerie**

Grunddüngung

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Bodenart	Boden mit Schwefelkohlenstoff behandelt (+) oder nicht (—)	Trockene Ernte ganze Pflanze		Verdunstetes Wasser		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz	
			auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf l	Mittel l	auf den Topf g	Mittel g
306	Parzelle A 8 n	—	24,09		12,64		525	
307	desgl.	—	24,53	23,65	12,92	12,31	527	521
308	desgl.	—	22,32		11,38		510	
309	desgl.	+	43,06	40,48	17,12	17,00	398	420
310	desgl.	+	37,90		16,87		445	
223	Parzelle A 7 n	—	34,29		12,36		360	
224	desgl.	—	30,19	33,51	12,16	12,23	403	368
233	desgl.	—	32,19		12,64		393	
234	desgl.	—	37,36		11,76		315	
231	desgl.	+	58,53	52,17	12,30	13,64	210	261
232	desgl.	+	45,81		14,97		327	

2. Parzelle A 7, seit 1891 niemals mit Kali gedüngt, auch stets ohne Stallmist (siehe Tabelle 21).

Inhalt eines Gefäßes: 8,106 kg trockene Erde. Hier wurde, da der Boden seit langer Zeit kalilos bewirtschaftet war, keine Kalidüngung gegeben, aber stets eine Stickstoffdüngung von 0,224 g in Form von Kalziumnitrat.

Aussaat am 28. April, Aufgang am 10. Mai.

Der Wassergehalt der Gefäße wurde hier gerade so geregelt wie bei dem vorigen Versuche, nur daß der anfängliche Wassergehalt 15 % betrug.

Die Pflanzen wuchsen von Anfang an kräftig, im nicht desinfizierten Boden trat jedoch im Laufe des Sommers starker Stickstoffmangel ein. In dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden, also in den Gefäßen Nr. 231 und 232, wurden die Pflanzen bedeutend kräftiger, zeigten aber auch noch ganz schwachen Stickstoffmangel. Ernte: Mitte Oktober.

Im rohen Boden wurden durchschnittlich 33,51 g Trockengewicht geerntet, im desinfizierten 52,17 g, also 35,77 % mehr.

Die aufgenommene Kalimenge betrug im rohen Boden 0,266 g, in dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten aber 0,303 g, also im letzteren Falle 12,21 % mehr.

An Natron waren in der Ernte enthalten 0,782 g und 0,932 g, durch die Schwefelkohlenstoffbehandlung also 16,09 % mehr.

In beiden Versuchen zeigt sich also auf das deutlichste, daß durch die Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff die Ernte erhöht und die Aufnahme von Kali und Natron gesteigert wurde. Vergleichen wir aber die gefundenen Zahlen miteinander, so finden wir wieder sehr bemerkenswerte Beziehungen. Beide Böden waren ursprünglich gleich. Die Parzellen, denen die Proben entnommen waren, lagen auf demselben

1899.

0,355 g P_2O_5, 0,705 g K_2O.

10	11	12	13	14	15	16
K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze		Verhältnis der Ernten zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Kalimengen zueinander	Verhältnis der aufgenommenen Natronmengen zueinander
Mittel %	Mittel g	Mittel %	Mittel g			
3,026	0,716	0,810	0,192	58,42	72,99	29,14
2,424	0,981	1,628	0,659	100,00	100,00	100,00
0,794	0,266	2,333	0,782	64,23	87,79	83,91
0,581	0,303	1,786	0,932	100,00	100,00	100,00

Ackerplane unmittelbar nebeneinander; A 8 war jedoch vor diesen Versuchen acht Jahre hindurch jährlich mit Kalidüngung versehen, A 7 wurde dieselbe Zeit hindurch niemals mit Kali gedüngt. In beiden Fällen erhalten wir durch die Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens eine Ernteerhöhung, nämlich um 41,58 % und 35,77 %, im letzteren Falle, also auf dem eines großen Teiles seiner löslichen Kaliverbindungen beraubten Boden, eine etwas geringere als in dem kalireicheren Boden.

Aus dem kalireichen Boden wurde, wenn er nicht mit Schwefelkohlenstoff behandelt war, nur die durch die Düngung gegebene Kalimenge aufgenommen; bei Schwefelkohlenstoffbehandlung wurden jedoch noch 0,276 g K_2O dem Boden entzogen.

Dem kaliärmeren Boden, welcher, da er seit acht Jahren auch nie eine Stallmistdüngung erhalten hatte, überhaupt im ganzen nährstoffärmer war und deshalb in diesem Falle eine schwache Stickstoffdüngung erhielt, wurden ohne Schwefelkohlenstoff 0,266 g K_2O entzogen, nach der Schwefelkohlenstoffbehandlung jedoch 0,303 g, also nur 0,037 g mehr.

Nach allen früheren Versuchen unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß dem kalireicheren Boden der Parzelle A 8n bei einer Zugabe von auch nur 0,224 g N eine noch bedeutend größere Kalimenge entzogen wäre als ohne Stickstoffdüngung. Danach würde in einem in guter Kultur befindlichen Boden die Schwefelkohlenstoffbehandlung weit mehr zur Geltung kommen als in einem verarmten, was jedoch durch weitere Versuche noch zu beweisen ist. Da bei diesen Versuchen der Boden nur Schwefelkohlenstoffdämpfen ausgesetzt, eine Berührung desselben mit flüssigem Schwefelkohlenstoff vermieden wurde, so ist wohl anzunehmen, daß die gesteigerte Kaliaufnahme lediglich auf die Wirkung niederer Lebewesen zurückzuführen ist, unmittelbar, indem die veränderte Bakterienflora sich an der Umsetzung der Mineralstoffe im Boden direkt beteiligte, oder mittelbar, indem die durch die Bakterien gesteigerte Stickstoffaufnahme die Pflanzen in höherem Maße befähigte, aus dem schwerer löslichen Kalivorrat des Bodens zu schöpfen.

Die Versuche erweisen auch, daß die Schwefelkohlenstoffbehandlung auf die Natronaufnahme je nach der Bodenart von großem Einflusse ist. Aus dem rohen, kalireicheren Boden wurden 0,192 g Natron (Na_2O) aufgenommen, nach der Schwefelkohlenstoffbehandlung aber trotz der erhöhten Kaliaufnahme 0,659 g, also 0,467 g mehr. Dem kaliärmeren Boden entzogen die Pflanzen, da sie prozentisch viel kaliärmer waren, 0,782 g Natron, nach der Schwefelkohlenstoffbehandlung jedoch 0,932 g, also nur 0,150 g mehr.

---

6. Die Bedeutung der Nematoden für die Kaliaufnahme der Pflanzen.

Noch verwickelter, als in den vorigen Abschnitten geschildert wurde, wird die Kalifrage dort, wo Nematoden auftreten. Welche Schwierigkeiten die Nematoden der Landwirtschaft bereiten, ist ja allgemein bekannt; besonders die rübenbauenden Gegenden haben zuzeiten unter diesem Drucke schwer zu leiden. Da eben hauptsächlich durch die Rüben die Nematoden ihre große Bedeutung erlangt haben, wollen wir die folgenden Ausführungen auch an der Hand von Versuchen mit Zuckerrüben zu beweisen versuchen.

In anderen Arbeiten haben wir schon wiederholt die Wirkungsweise der Nematoden besprochen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Nematoden den Rüben alle Hauptnährstoffe in beträchtlicher, nahezu gleich großer Menge entziehen und dadurch Gewicht und Qualität der Rüben je nach Umständen in ganz verschiedener Weise beeinflussen. Daher sind nematodenbesetzte Rüben, sobald sie im Gewichte zurückbleiben und nach ihrer äußeren Erscheinung auf Wachstumsstörungen, besonders Nährstoffmangel schließen lassen, stets nährstoffärmer als gleichernährte, aber nicht von Nematoden befallene Rüben. Der Einwand, daß die Nematoden durch Schädigung des Wurzelsystems die Rüben an der Aufnahme von Nährstoffen verhinderten, kann als nicht stichhaltig zurückgewiesen werden, da selbst sehr stark mit Nematoden besetzte Rüben alle Nährstoffe in so reicher Fülle aufnehmen können, daß der Schaden ganz oder nahezu ganz verschwindet. Mit Nematoden besetzte Rüben folgen überhaupt, wie wir in einer unserer früheren Arbeiten[1]) darzulegen versuchten, abgesehen von den durch die Nematoden hervorgerufenen Änderungen, ganz den allgemein für die Pflanzen gültigen Ernährungsgesetzen. Die durch die Nematoden ausgeschiedenen Nährstoffe können von den Rüben und im allgemeinen auch von anderen Pflanzen[2]) in derselben Wachstumsperiode nicht wieder aufgenommen werden, da sie anfänglich wahrscheinlich in einer schwer zersetzbaren organischen Form vorhanden sind. Aus diesen Leitsätzen ergibt sich, daß eine Rübe, welcher nur die zu einer normalen Ausbildung gerade ausreichenden Nährstoffe zur Verfügung stehen, an Nährstoffmangel leiden muß, sobald sie von Nematoden befallen wird, daß schon vorhandener Nährstoffmangel in diesem Falle vergrößert wird und demgemäß alle Folgeerscheinungen des Mangels an den Rüben in ausgeprägterer Weise zeigt. Es ergibt sich aber auch aus diesen Sätzen, daß man durch verstärkte Nährstoffgabe, welche so groß bemessen sein muß, daß die den Rüben entzogene Menge dadurch ersetzt wird, der Nematodenschaden ganz oder nahezu ganz beseitigt werden kann. Unsere zahlreichen Versuche über diesen Gegenstand lassen den soeben erwähnten Zusammenhang zwischen Rüben und Nematoden auf das deutlichste erkennen, in einer gesonderten Arbeit werden wir jedoch demnächst noch einmal den Beweis erbringen für jede der hier aufgestellten Behauptungen.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir uns wieder dem Kalium zuwenden, welches nächst dem Natron für diese Arbeit allein in Frage kommt. Die Bildung der Kohlehydrate, hier also des die Zuckers, steht bekanntlich in engstem Zusammemhang mit dem vorhandenen bzw. aufgenommenen Kalium. Kein anderes unserer Kulturgewächse wird nun wohl in solchem Umfange und so genau auf die Bildung der Kohlehydrate untersucht, wie gerade die Zuckerrübe; wird sie doch ausschließlich zur Gewinnung des Zuckers angebaut. Sehr scharf ist nun gerade bei der Zuckerrübe schon aus äußeren Erscheinungen an Kraut und Rübe auf ihren Ernährungszustand zu schließen,[3]) und besonders deutlich und dabei sicher zu erkennen sind hier auch die Erscheinungen des Kalimangels. Aber auch der Kaligehalt der Rübe steht mit dem gebildeten Zucker in engstem Zusammenhang. Eine gut ausgebildete und richtig ausgereifte Zuckerrübe enthält in ihrer Trockensubstanz im allgemeinen etwa 0,8 % K_2O,

1) Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie 1903, S. 1—41.
2) Dieselbe Zeitschrift 1905, S. 1—19.
3) Zeitschrift des Vereins der Deuischen Zuckerindustrie 1907, S. 1—58.

je nach dem Kalireichtum des Bodens können die Zahlen zwischen etwa 0,7 % bis 1 % schwanken. Der Zuckergehalt ist in diesen Fällen, falls nicht gleichzeitig großer Stickstoffüberschuß vorhanden war, hoch. Sinkt der Kaligehalt unter 0,7 bis etwa 0,4 %, so geht das Gewicht der Rübe zurück, der prozentische Zuckergehalt geht aber noch nicht zurück. Sinkt aber der Kaligehalt etwa unter 0,4 oder 0,35 %, so geht zugleich mit dem Gewichte der Rübe auch der Zuckergehalt schnell zurück, die Rübe wird wenig widerstandsfähig und äußerlich leicht braun, die Blätter zeigen in ausgeprägter Weise die äußeren Erscheinungen des Kalimangels und vertrocknen zu gewissen Zeiten in größerer Anzahl schnell hintereinander mit dunkelbrauner Farbe.

Da nun die Nematoden den Rüben das aufgenommene Kalium teilweise wieder entziehen, so können auf einem ziemlich kalireichen Boden aus normal wachsenden und normal ernährten Rüben eben durch die Einwirkung der Nematoden Kalimangelrüben entstehen, und zwar je nach dem größeren oder geringeren Kalireichtum des Bodens in so ausgeprägter Form daß die schlimmste Wirkung des Kalimangels, das vorzeitige Absterben der Pflanze, eintritt. Allen rübenbauenden und mit Nematoden kämpfenden Landwirten ist diese Tatsache ja hinreichend bekannt. In solchen Fällen wird also dem Boden durch eine Rübenernte verhältnismäßig wenig Kali entnommen.

Wird als Nachfrucht nun eine Pflanze gewählt, welche nicht unter Nematoden zu leiden hat, so stehen dieser außer einer etwaigen Düngung die Kalimengen des Bodens zur Verfügung, einschließlich der durch die Nematoden den Rüben entzogenen Kaliverbindungen, welche in diesem zweiten Jahre, wie ziemlich sicher angenommen werden kann, wieder in aufnehmbarer Form vorhanden sind. Es entstehen daher jetzt auf diesem Boden unter Umständen sehr kalireiche Pflanzen, nichts deutet auf eine Kaliarmut dieses Bodens hin, auf welchem die Rüben teilweise an Kalimangel sogar zugrunde gingen. Bedenkt man nun, daß die in den vorigen Abschnitten geschilderten Verhältnisse noch hinzutreten können, so wird es verständlich, daß bei Unkenntnis bzw. Nichtbeachtung dieser Umstände die verschiedensten, für den nur äußerlich Urteilenden sogar anscheinend stets begründeten, Ansichten über den Wert des Kaliums und der Kalidüngung entstehen konnten.

Wieweit die Nematoden die Kaliaufnahme der Rüben aus dem Boden beeinflussen können, sollen nun die folgenden Versuche zeigen. Wir wiederholen an erster Stelle einen der grundlegenden Versuche aus dem Jahre 1901, jedoch nur, soweit die Zahlen sich auf die Kaliaufnahme beziehen.

Zuckerrüben 1901.

(Tabelle 22a und 22b.)

Der Versuch wurde ausgeführt nach der Methode der Sandkultur in einem Gemisch von Sand und 6 % Torf, denn die Wirkung der Nematoden auf die Pflanze, an sich ein von der Bodenart unabhängiger Vorgang, läßt sich in einem künstlichen Bodengemisch mit großer Schärfe lösen.

Inhalt eines Gefäßes: 22,750 kg trockenes Sand-Torf-Gemisch.

Als Grunddüngung wurde gegeben:

2,940 g Stickstoff (N) als Kalziumnitrat,

2,130 g Phosphorsäure (P_2O_5) in Form von Bikalium- bzw. Bi- und Monokalziumphosphat

neben genügenden Mengen von Magnesiumsulfat.

An Kalium erhielten:

Nr. 1 bis 8: 0,705 g K_2O als Chlorkalium,
„ 13 „ 20: 3,290 g K_2O als Chlorkalium und Bikaliumphosphat,
„ 1 „ 4, 13 bis 16 blieben ohne Nematoden,
„ 5 „ 8, 17 „ 20 wurden mit einer gleichen Menge von in reinem Sand-Torf-Gemisch gezogenen Nematoden versetzt.

Alles Nähere über diesen Versuch, besonders auch über die im übrigen normalen Wassergaben findet sich in unserer schon auf Seite 145 unter 1) erwähnten Arbeit.

Vegetationsbeobachtungen.

Der Aufgang der Pflanzen erfolgte ziemlich gleichmäßig in allen Töpfen am 8. Mai. In der zweiten Hälfte des Mai trat schon die Wirkung der Nematoden überall klar zutage dadurch, daß die betreffenden Pflanzen zurückblieben.

3. Juni. Während die nematodenlosen Töpfe Nr. 1 bis 4 und 13 bis 16 kräftige Rübenpflanzen zeigen mit Blättern von 8—10 cm Länge ohne Stiel und bei Hitze und Sonnenschein saftstrotzend dastehen, haben diejenigen mit Nematoden, Nr. 5 bis 8 und 17 bis 20, nur etwa 8 cm lange Blätter und beginnen bei Sonnenschein stets zu welken.

Am 6. Juni wurden die nematodenlosen, am 13. Juni die nematodenhaltigen bis auf eine Pflanze verzogen.

20. Juni. Der am 3. Juni vorhandene Unterschied zwischen den nematodenhaltigen und den nematodenlosen Rüben ist äußerlich zum großen Teil verschwunden, die Blätter der nematodenhaltigen Rüben sind zum Teil sogar größer als die anderen. Die mit Nematoden besetzten Pflanzen haben aber vielfach weniger Blätter gebildet als die nematodenfreien, und daher machen diese trotzdem einen kräftigeren Eindruck. Im letzten Teile des Juni und im Laufe des Juli verwischten sich die Unterschiede zwischen den nematodenhaltigen und nematodenfreien Rüben gänzlich, nur zuweilen welkten bei großer Hitze und hellem Sonnenschein die nematodenhaltigen früher als die anderen.

Anfang August aber schien es, als ob die mit Nematoden besetzten Pflanzen, besonders Nr. 5 bis 8 im Wachstum stockten. Bald trat bei den letztgenannten ein schnelles Vertrocknen der älteren Blätter ein.

27. August. Nr. 1 bis 4 zeigen nur geringe Spuren von Kalimangel, Nr. 5 bis 8 weisen an den Blättern jedoch ausgeprägt die bekannten Kalimangelerscheinungen, auch spitze Form der Blätter, auf. In Nr. 6 und 7 ist der größte Teil der Blätter schnell mit brauner Farbe vertrocknet, bei Nr. 5 scheint dieses jetzt auch einzutreten, während Nr. 8 noch ziemlich grün ist.

Nr. 13 bis 20 zeigen diese Erscheinungen nicht, nur bei Nr. 19 beginnen die größeren Blätter jetzt auch mit brauner Farbe zu vertrocknen. Nr. 17 bis 20 sind hellfarbiger und deutlich kleiner als Nr. 13 bis 16, letztere sind schöne normale Pflanzen.

Im September änderte sich das Bild fast gar nicht mehr. Die Ernte erfolgte am 16. Oktober. Nr. 6 und 7 wurden jedoch, da sie gänzlich abzusterben drohten, schon am 5. September geerntet.

Mit diesen äußeren Befunden, welche ja schon einen sicheren Schluß darüber zulassen, welche Rolle das Kalium bei diesen Pflanzen gespielt hat, stimmen nun die Erntezahlen und analytischen Ergebnisse vollständig überein.

Tabelle 22 a. **Zuckerrüben**

Düngung auf den Topf: 0,705 g Kali (K_2O).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laufende Nummer	Angabe, ob Nematoden vorhanden oder nicht	Frische Rübe			Rübe			
		auf den Topf g	Mittel g		auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g
1	Ohne Nematoden	275,0	328,8	Geerntetes Trockengewicht	—	—	60,033	68,062
2	desgl.	302,0			—	—	59,434	
3	desgl.	355,0			—	—	71,852	
4	desgl.	383,0			—	—	80,928	
5	Mit Nematoden	153,5	187,1	Geerntetes Trockengewicht	—	—	15,657	27,936
6	desgl.	114,0			—	—	15,276	
7	desgl.	199,0			—	—	26,328	
8	desgl.	282,0			—	—	54,482	
1	Ohne Nematoden	—	—	Zucker in der frischen Rübe	15,00	14,98	41,25	49,27
2	desgl.	—			14,20		42,88	
3	desgl.	—			15,15		53,78	
4	desgl.	—			15,45		59,17	
5	Mit Nematoden	—	—	Zucker in der frischen Rübe	3,70	8,88	5,68	16,61
6	desgl.	—			4,60		5,24	
7	desgl.	—			7,80		15,52	
8	desgl.	—			14,18		39,99	
1	Ohne Nematoden	—	—	Kali (K_2O)	0,32	0,33	0,194	0,225
2	desgl.	—			0,44		0,259	
3	desgl.	—			0,24		0,175	
4	desgl.	—			0,33		0,270	
5	Mit Nematoden	—	—	Kali (K_2O)	—	0,17	—	0,056
6	desgl.	—			0,15		0,024	
7	desgl.	—			0,12		0,032	
8	desgl.	—			0,21		0,113	
1	Ohne Nematoden	—	—	Natron (Na_2O)	0,30	0,31	0,181	0,208
2	desgl.	—			0,26		0,154	
3	desgl.	—			0,34		0,243	
4	desgl.	—			0,31		0,253	
5	Mit Nematoden	—	—	Natron (Na_2O)	—	0,80	—	0,255
6	desgl.	—			0,98		0,149	
7	desgl.	—			1,29		0,341	
8	desgl.	—			0,50		0,275	

1901.

2,940 g Stickstoff (N), 2,130 g Phosphorsäure (P_2O_5).

10	11	12	13	14	15	16	17	18
Kraut				Ganze Pflanze				Setzt man Höchstbildung von Trockensubstanz und Zucker bzw. Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so werden ohne und mit Nematoden gefunden
auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	
%	%	g	g	%	%	g	g	%
— — — —	— — — —	40,617 50,523 50,003 45,996	46,785	— — — —	— — — —	100,650 109,957 121,855 126,924	114,847	100,00
— — — —	— — — —	38,880 32,435 36,107 42,750	37,543	— — — —	— — — —	54,537 47,711 62,435 97,232	65,479	57,01
— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	100,00
— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	33,71
0,35 0,49 0,42 0,44	0,43	0,142 0,248 0,210 0,201	0,200	0,33 0,46 0,32 0,37	0,37	0,336 0,507 0,385 0,471	0,425	100,00
— 0,31 0,27 0,32	0,30	— 0,099 0,097 0,136	0,111	— 0,26 0,21 0,26	0,24	— 0,123 0,129 0,249	0,167	39,29
4,29 3,31 3,27 3,51	3,56	1,741 1,672 1,636 1,616	1,666	1,91 1,66 1,54 1,47	1,63	1,922 1,826 1,879 1,869	1,874	100,00
— 4,65 3,82 4,18	4,20	— 1,509 1,378 1,786	1,558	— 3,48 2,75 2,12	2,62	— 1,658 1,719 2,061	1,813	96,74

Tabelle 22 b. **Zuckerrüben**

Düngung auf den Topf: 3,290 g Kali (K_2O),

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laufende Nummer	Angabe, ob Nematoden vorhanden oder nicht	Frische Rübe			Rübe			
		auf den Topf g	Mittel g		auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g
13	Ohne Nematoden	451,0	428,0	Geerntetes Trocken-gewicht	—	—	96,649	93,166
14	desgl.	397,0			—	—	87,221	
15	desgl.	372,0			—	—	78,064	
16	desgl.	492,0			—	—	110,749	
17	Mit Nematoden	374,0	299,8	Geerntetes Trocken-gewicht	—	—	84,599	63,813
18	desgl.	276,0			—	—	61,631	
19	desgl.	207,0			—	—	43,801	
20	desgl.	342,0			—	—	65,219	
13	Ohne Nematoden	—	—	Zucker in der frischen Rübe	15,25	15,88	68,78	67,98
14	desgl.	—			16,05		63,72	
15	desgl.	—			14,33		53,31	
16	desgl.	—			17,50		86,10	
17	Mit Nematoden	—	—	Zucker in der frischen Rübe	17,58	16,03	65,75	48,07
18	desgl.	—			17,03		47,00	
19	desgl.	—			14,50		30,02	
20	desgl.	—			14,48		49,52	
13	Ohne Nematoden	—	—	Kali (K_2O)	1,02	1,03	0,984	0,958
14	desgl.	—			1,03		0,902	
15	desgl.	—			1,10		0,855	
16	desgl.	—			0,98		1,090	
17	Mit Nematoden	—	—	Kali (K_2O)	0,78	0,72	0,659	0,458
18	desgl.	—			0,68		0,420	
19	desgl.	—			0,56		0,244	
20	desgl.	—			0,78		0,509	
13	Ohne Nematoden	—	—	Natron (Na_2O)	0,35	0,24	0,340	0,227
14	desgl.	—			0,31		0,274	
15	desgl,	—			0,17		0,134	
16	desgl.	—			0,14		0,159	
17	Mit Nematoden	—	—	Natron (Na_2O)	0,09	0,18	0,075	0,114
18	desgl.	—			0,14		0,086	
19	desgl.	—			0,21		0,091	
20	desgl.	—			0,31		0,202	

1901.

2,940 g Stickstoff (N), 2,130 g Phosphorsäure (P_2O_5).

10	11	12	13	14	15	16	17	18
Kraut				Ganze Pflanze				Setzt man Höchstbildung von Trockensubstanz und Zucker bzw. Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so werden ohne und mit Nematoden gefunden
auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	
%	%	g	g	%	%	g	g	%
—	—	49,483	53,059	—	—	146,132	146,225	100,00
—	—	56,877		—	—	144,098		
—	—	56,615		—	—	134,661		
—	—	49,261		—	—	160,010		
—	—	47 570	49,191	—	—	132,169	113,003	77,28
—	—	54,476		—	—	116,107		
—	—	54,201		—	—	98,002		
—	—	40,515		—	—	105,734		
—	—	—	—	—	—	—	—	100,00
—		—		—		—		
—		—		—		—		
—		—		—		—		
—	—	—	—	—	—	—	—	70,71
—		—		—		—		
—		—		—		—		
—		—		—		—		
2,95	2,87	1,460	1,526	1,67	1,70	2,444	2,481	100,00
2,72		1,549		1,70		2,451		
2,75		1,558		1,79		2,413		
3,10		1,526		1,63		2,616		
2,35	2,58	1,117	1,267	1,34	1,70	1,776	1,725	69,53
2,50		1,362		1,53		1,782		
2,45		1,327		1,60		1,571		
3,12		1,263		1,68		1,772		
3,27	3,04	1,617	1,612	1,34	1,26	1,957	1,839	100,00
2,79		1,586		1,29		1,860		
2,86		1,621		1,30		1,755		
3,30		1,624		1,11		1,783		
2,86	2,48	1,359	1,221	1,08	1,18	1,434	1,335	72,59
2,06		1,121		1,04		1,207		
2,40		1,302		1,42		1,393		
2,72		1,103		1,23		1,305		

Bei reicher Kaliernährung, Nr. 13 bis 16 und 17 bis 20, finden wir, wenn Nematoden zugegen sind, geringere Ernte von Rübe und Kraut. Der Verlust an Rübe beträgt 31,47 %, an Kraut jedoch nur 7,29 %; es ist also bei den zurückgebliebenen Rüben eine Erhöhung der Krautbildung eingetreten, an sich ein Zeichen dafür, daß Kalimangel eingetreten ist. Der durch die Nematoden hervorgerufene Gesamternteverlust beträgt 27,20 %.

Ohne Nematoden finden wir einen Zuckergehalt von 15,88 %, mit Nematoden einen solchen von 16,03 %. Durch Kalimangel müßte also nach diesem Ergebnis eine Erhöhung des Zuckergehaltes eingetreten sein, was allen Erfahrungen widerspricht. Der Gesamtzuckerverlust beträgt 29,29 %.

Der Kaligehalt der Rüben ohne Nematoden beträgt 1,03 %, mit Nematoden 0,72 %, ist also noch so hoch, daß dadurch ein Sinken des prozentischen Zuckergehaltes nicht bedingt wird. Trotzdem sind bei Vorhandensein von Nematoden in Rübe und Kraut zusammen 30,47 % Kali weniger enthalten, als in den nematodenlosen Rüben. Die Gründe für den erhöhten prozentischen Zuckergehalt sind daher in folgendem zu suchen.

Um gut ausgereifte Rüben zu erhalten, gaben wir, wie es im allgemeinen auch bei Feldrüben geschieht, eine zur vollen Ernährung nur gerade ausreichende Menge von Stickstoff, alle anderen Nährstoffe aber in einem gewissen Überschuß. Entziehen nun die Nematoden den Rüben einen Teil der aufgenommenen Nährstoffe, so ist es klar, daß die Rüben, hier Nr. 17 bis 20, da alle anderen Nährstoffe reichlich vorhanden waren, der Stickstoff aber zur Ernährung nur eben genügte, schwach unter Stickstoffmangel leiden mußten. Der Stickstoff war von den Nährstoffen in der relativ geringsten Menge vorhanden, durch ihn wurde die Höhe der Ernte bestimmt. Stickstoffmangel erzeugte die hellere Blattfärbung und den hohen Zuckergehalt von 16,03 %. Trotzdem 29,29 % Zucker weniger geerntet wurden als ohne Nematoden, konnte der prozentische Zuckergehalt hoch bleiben, da infolge des vorhandenen Kaliüberschusses einer fortwährenden Neubildung von Zucker nichts im Wege stand.

Wenn trotz dieses Kaliüberschusses die Krautmenge, prozentisch ausgedrückt, sich vermehrte, wie sonst bei Kalimangel, so liegt das an der immerhin etwas eigenartigen Ernährung der Nematodenrüben. Die Nematoden wirken periodisch, zuzeiten stärker oder schwächer. Es scheint nun, daß die Rüben in den Zeiten des stärksten Angriffes der Nematoden auch bei Vorhandensein von reichlichen Kalimengen dennoch unter schwachem Kalimangel leiden können, worauf auch die an den Blättern solcher Rüben zeitweise auftretenden Kalimangelerscheinungen hinweisen. Dieser kurze, bei der Ernte im Herbste gar nicht mehr zu erkennende Kalimangel scheint nun, wie auch sonst, sofort auf eine Erhöhung der Krautmenge hinzuwirken. Auch die in solchem Falle oft eintretende Bildung einer außergewöhnlich großen Zahl von Blättern ist jedenfalls auf dieselbe Weise zu erklären. Wir haben diese Bemerkungen hier eingeschaltet, da derartige Verhältnisse die Kaliaufnahme sehr wechselnd beeinflussen und zur richtigen Deutung mancher Ergebnisse von Felddüngungsversuchen beitragen können.

Der prozentische Kaligehalt sank also bei Vorhandensein von Nematoden in der Rübe von 1,03 % auf 0,72 %, im Kraute von 2,87 % auf 2,58 %, betrug in der ganzen Pflanze aber in beiden Fällen 1,70 %. Die Nematodenrüben hatten demnach, wenn wir diese Zahlen den Erntemengen gegenüberstellen, bei reicher Kalidüngung 30,47 % Kalium (K_2O) weniger aufgenommen als bei nematodenfreien. Fast ebenso

verhalten sich auch die für das Natron gewonnenen Zahlen. Die Minderaufnahme von Natron betrug 27,41 %.

In ähnlicher Weise, nur in noch ausgeprägterer Form, treten die geschilderten Verhältnisse auf bei schwacher Kalidüngung. Wir wollen uns daher unter Verweisung auf die Tabellen 22a und 22b hier kurz fassen.

Die Kaligabe war in diesem Falle so gering gewählt, daß ohne Nematoden ein Sinken des Ertrages den normal ernährten gegenüber eintreten sollte. Äußere Mangelerscheinungen sollten in ausgeprägter Form noch nicht auftreten, und der prozentische Kaligehalt der Trockensubstanz sollte nur bis zu jener Grenze sinken, bei welcher der Zuckergehalt zurückzugehen beginnt. Alles wurde bei Nr. 1 bis 4 in der gewünschten Weise erreicht. Die frische Rübe wog durchschnittlich 329 g und zeigte am Kraut die braunen Mangelerscheinungen kaum und nur vorübergehend (vgl. S. 147). Der prozentische Kaligehalt der trockenen Rübe betrug 0,33 % und demgemäß der Zuckergehalt nur 14,98 % gegenüber 15,88 % in den kalireicheren Rüben Nr. 13 bis 16. Der Natrongehalt betrug hier 0,31 %, war also infolge des eingetretenen Kalimangels etwas erhöht.

Durch die Einwirkung der Nematoden sank das Gewicht der Rüben Nr. 5 bis 8 auf 187 g; es trat also eine Ernteverminderung von 43 % ein. Der Kaligehalt der Trockensubstanz betrug aber nur noch 0,17 %, sank also durch die Tätigkeit der Nematoden weit unter jene Grenze, an welcher der Zuckergehalt zu sinken beginnt. Demgemäß enthielten die Rüben auch nur noch 8,88 % Zucker.

Die Minderaufnahme in Rübe und Kraut erreichte hier 60,71 %, und da Kali und Zucker eng zusammenhängen, wurden auch 66,29 % Zucker weniger gefunden. Wo Kali fehlt, sucht die Rübe aber bekanntlich das Fehlende durch Natron zu ersetzen. So stieg durch den Einfluß der Nematoden der Natrongehalt durchschnittlich in der Rübe von 0,31 % auf 0,80 %, im Kraute von 3,56 % auf 4,20 %, und demgemäß betrug die Minderaufnahme nur 3,26 %.

Aus diesen wenigen Zahlen ergibt sich also, *daß bei Anwesenheit von Nematoden durch die Rüben dem Boden, in diesem Falle also künstlichem Bodenmaterial, neben anderen hier nicht zu besprechenden Nährstoffen bedeutend weniger Kali entzogen wird, als ohne Nematoden.*

Wir können ferner als sicher annehmen, daß die Nematoden den Rüben schon aufgenommenes Kali wieder entziehen; denn wenn es sich um eine Schädigung der Wurzeln handelte, welche die Aufnahmefähigkeit derselben beeinträchtigte, so müßte auch eine entsprechend geringere Aufnahme von Natron stattgefunden haben. Daß diese Aufnahmefähigkeit der Wurzeln nicht oder nur wenig vermindert wird, lehren außerdem die Versuche Nr. 13 bis 16, in welchen mit ebensoviel Nematoden besetzte Rüben das ihnen in größerer Menge dargebotene Kalium auch aufzunehmen vermochten. Hierdurch ergeben sich schon sichere Fingerzeige für die Behandlung der Nematodenfelder, soweit Düngung dabei in Frage kommt.

Zuckerrüben 1899.

(Tabelle 23.)

Den Beweis dafür, daß die Rüben bei Vorhandensein von Nematoden auch natürlichem Boden, nicht nur künstlichem, weniger Kalium entziehen als ohne Nematoden, sollen die folgenden Versuche erbringen. Gern hätten wir dieses durch Feldversuche bewiesen; doch hier sind wir wieder an einer Stelle, an welcher der Feldversuch versagt, mindestens keine sicheren Schlüsse zuläßt. Alle Felder der hiesigen Gegend sind mehr oder weniger stark mit Nematoden durchsetzt; es findet sich kein Ackerstück, welches sicher frei von Nematoden ist. Wo fänden sich wohl überhaupt,

Tabelle 23. **Zuckerrüben**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Laufende Nummer	Bodenart	Boden mit Schwefelkohlenstoff behandelt (+) oder nicht (—)	Gegeben			Bodenfeuchtigkeit[1]	Gewicht der frischen Rübe		Geerntetes Trockengewicht					
									Rübe		Kraut		Wurzeln	
			K_2O	N	P_2O_5		auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel
			g	g	g	%	g	g	g	g	g	g	g	g
201	Parzelle A 7 n	+	—	0,224	0,355	16	107,0	110,0	26,130	27,600	17,835	16,115	5,850	4,055
202		+	—	0,224	0,355	16	113,0		29,070		14,395		2 260	
209		—	—	0,224	0,335	16	20,5	23,3	3,880	4,773	8,145	8,608	5,390	5,603
210		—	—	0,224	0,355	16	26,0		5,665		9,070		5,815	
205		+	—	1,820	0,355	16	161,0	154,8	38,395	34,625	30,870	32,260	7,335	8,995
206		+	—	1,820	0 355	16	148,5		30,855		33,650		10,655	
211		—	—	1,820	0,355	16	41,5	55,0	8,400	11,773	21,195	20,995	4,040	4,013
212		—	—	1,820	0,355	16	68,5		15,145		20,795		3,985	
207		+	—	0,700	0,355	12	121,5	108,8	28,655	25,768	16,470	16,263	3,735	3,325
208		+	—	0,700	0,355	12	96,0		22,880		16,055		2,915	
213		—	—	0,700	0,355	12	58,5	53,5	14,145	12,665	14,090	14,813	6,605	6,873
214		—	—	0,700	0,355	12	48,5		11,185		15,535		7,140	
297	Parzelle A 8 n	+	0,705	—	0,355	16	36,0		9,205		11,390		2,735	
298		+	0,705	—	0,355	16	39,0	40,6	9,265	9,480	7,295	9,385	2,005	3,018
299		+	0,705	—	0,355	16	46,8		9,970		9,470		4,315	
300		—	0,705	—	0,355	16	3,0		0,560		4,485		0,980	
301		—	0,705	—	0,355	16	4,0	3,7	0,990	0,828	3,975	4,483	1,360	1,238
302		—	0,705	—	0,355	16	4,1		0,935		4,990		1,375	

1) Näheres über die Bodenfeuchtigkeiten ist zu finden bei der Beschreibung der einzelnen

zwei unmittelbar nebeneinander liegende und genau miteinander vergleichbare Felder, von welchen das eine sicher nematodenfrei, das andere mit Nematoden durchsetzt ist!

Nun haben wir zwar im Schwefelkohlenstoff ein Mittel, die Nematoden sicher abzutöten, ob aber bei einer Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens auf dem Acker mit Bestimmtheit alle Nematoden sicher vernichtet werden, läßt sich schwer beweisen, und doch ist dieser Beweis die Vorbedingung für das Gelingen solcher Versuche.

Für Gefäßversuche läßt sich die Schwefelkohlenstoffbehandlung aber gut verwenden denn die geringen, hierzu erforderlichen Bodenmengen lassen sich durch dieselbe sicher von allen Nematoden befreien. Störend wirkt bei einer solchen Bodenbehandlung

1899.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Ganze Pflanze		Verdunstete Wassermenge		Wasserverbrauch für 1 g Trockensubstanz		K_2O in der ganzen Pflanze		Na_2O in der ganzen Pflanze		Verhältnis der Gesamternten sowie der aufgenommenen Kali- und Natronmengen zueinander		
auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf l	Mittel l	auf den Topf g	Mittel g	Mittel %	Mittel g	Mittel %	Mittel g	Trockengewicht	Kali (K_2O)	Natron (Na_2O)
49,815 45,725	47,770	20,600 19,390	19,995	414 424	419	1,179	0,563	1,794	0,857	100,00	100,00	100,00
17,415 20,550	18,983	18,680 16,270	17,475	1073 792	921	0,380	0,072	3,015	0,572	39,74	12,79	66,74
76,600 75,160	75,880	24,700 26,220	25,460	322 349	336	0,623	0,473	1,399	1,062	100,00	100,00	100,00
33,635 39,925	36,780	22,430 18 620	20,525	667 466	558	0,443	0,163	2,886	1,061	48,47	34,46	99,90
48,860 41,850	45,355	18,520 17,210	17,865	379 411	394	0,880	0,399	2,095	0,950	100,00	100,00	100,00
34,840 33,860	34,350	15,450 17,080	16,265	443 504	474	0,610	0,210	2,393	0,822	75,74	52,63	86,53
23,330 18,565 23,755	21,883	15,560 15,070 15,500	15,377	667 812 652	703	2,641	0,578	1,553	0,340	100,00	100,00	100,00
6,025 6,325 7,300	6,550	13,420 13,170 14,170	13,587	2227 2082 1941	2074	1,583	0,104	3,135	0,205	29,93	17,99	60,29

Versuche.

hier wie dort die Wirkung des Schwefelkohlenstoffs auf die Bakterienflora des Bodens, dadurch aber auch auf die Stickstoffaufnahme und durch diese wiederum auch auf die Kaliaufnahme, wie wir in den vorigen Abschnitten sahen. Doch diese Störung ist nicht so groß, als daß sie sich nicht deutlich trennen ließe von der Wirkung der Nematoden (vgl. Abschnitt 3).

Um die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes zu erproben, haben wir zuerst nur kleine Gefäße, welche 8 kg Erde faßten, benutzt. Rüben von normaler Größe lassen sich bei Verwendung so geringer Bodenmengen natürlich nicht ziehen, doch wie wir sehen werden, beeinflußt dieses die Kaliaufnahmen in ihrem Verhältnis zueinander nicht.

Die in Tabelle 23 niedergelegten Versuche wurden in Boden unserer hiesigen nematodenhaltigen Versuchsfelder ausgeführt.

Parzelle A 7n war seit 1891 niemals mit Mist oder Kali gedüngt, A 8n stets mit Mist und Kali. A 7n erhielt daher auch bei diesen Topfversuchen keine Kalidüngung.

Die Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff erfolgte auf die in Abschnitt 5 angegebene Weise. In dem fertig zubereiteten Boden konnten Nematoden mikroskopisch nicht nachgewiesen werden, und keine der in demselben gezogenen Rüben zeigte an den Wurzeln Nematoden, während in dem nicht behandelten Boden die Rübenwurzeln stets reich mit Nematoden besetzt waren. Bei allen Versuchen wurde mit der gleichen reichlichen Phosphorsäuremenge (0,355 g P_2O_5) gedüngt, Stickstoff- und Kaligabe wechselten.

A. Versuche mit Boden der Parzelle A 7 n.

1. Nr. 201, 202, 209, 210.

Inhalt eines Gefäßes 8,106 kg trockene Erde; Bodenfeuchtigkeit bis 1. Juni = 15 %, dann bis zur Ernte 16 %, gedüngt mit 0,224 g Stickstoff (N) in Form von Kalziumnitrat, ohne Kali.

Nr. 201, 202 mit Schwefelkohlenstoff behandelt. Aussaat am 2. Mai.

Das Wachstum der Pflanzen war den Versuchsbedingungen gemäß, alle zeigten durch helle Farbe der Blätter schwachen Stickstoffmangel an, Nr. 209 u. 210 aber bedeutend mehr als 201 und 202. Ernte am 15. Oktober.

Das Gewicht der frischen Rübe betrug bei Nr. 201/202 durchschnittlich 110 g, bei Nr. 209/210 nur 23 g, die entsprechenden trockenen Ernten der ganzen Pflanze erreichten eine Höhe von 47,770 und 18,983 g, durch die Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff wurde also die Ernte um 60,26 % erhöht. Der Zucker wurde in den Rüben dieser ganzen Versuchsreihe nicht bestimmt. Auf Kali und Natron untersucht wurden nicht die einzelnen Pflanzenteile, sondern stets nur die ganze Pflanze, da die Rüben eine normale Größe nicht erreichen konnten und die Einzelzahlen so nur einen bedingten Wert haben würden.

Dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden entnahm eine Rübe 0,563 g Kali (K_2O), dem rohen Boden nur 0,072 g, also 87,21 % weniger, eine Wirkung, die zum größten Teil unbedingt den Nematoden zuzuschreiben ist. Bei einer so bedeutenden Minderaufnahme von Kali fand natürlich starker Natronersatz statt, so daß die Minderaufnahme von Natron nur 33,26 % betrug.

Die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit kann durch Verhältnisse, wie die vorliegenden,

nahezu ausgeschaltet werden. Trotz der sehr weit voneinander abweichenden Zahlen für Erntemengen und aufgenommene Nährstoffe wurde in beiden Fällen nahezu die gleiche Wassermenge verbraucht, nämlich 19,995 l bei Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens und 17,475 l ohne dieselbe. Durch das Wasser hätten also in beiden Fällen nahezu dieselben Kalimengen löslich gemacht werden können. Die Nichtaufnahme im zweiten Falle ist den Nematoden zuzuschreiben, durch welche der vorhandene Stickstoffmangel vergrößert und der nach dem Töten der Nematoden vorhandene Kalireichtum in starken Kalimangel verwandelt wurde. Dieser Herbeiführung großen Nährstoffmangels ist es dann zuzuschreiben, daß trotz der nahezu gleichen verbrauchten Wassermenge zur Bildung von 1 g Trockensubstanz erforderlich waren:

bei Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens . . . . 419 g
ohne dieselbe . . . . 921 g

So große Verschiedenheiten dieser Art werden aber in der Hauptsache fast stets nur durch Kalimangel hervorgerufen, da bei diesen besonders anfänglich ein so großer Blätterreichtum gebildet wird, zugleich ein Beweis für die wassersparende Kraft der Kalisalze.

2. Nr. 205, 206, 211, 212.

Inhalt der Gefäße, Bodenfeuchtigkeit und Düngung wie unter 1.

Die Stickstoffgabe betrug hier jedoch 1,820 g N in Form von Kalziumnitrat.

Der Boden von Nr. 205 und 206 war mit Schwefelkohlenstoff behandelt.

Aussaat am 2. Mai. Gemäß der größeren Stickstoffgabe entwickelten sich die Rüben kräftiger als die in Versuch 1.

Nr. 211 und 212 zeigten aber zeitweilig deutlich Kalimangelerscheinungen an den Blättern und blieben dauernd hinter Nr. 205 und 206 zurück. Ernte am 15. Oktober.

Infolge der größeren Stickstoffdüngung, welche bei Vorhandensein von Nematoden eine etwas bessere Ausnutzung des Bodenkaliums ermöglichte, sind die in diesem Versuche erhaltenen Unterschiede etwas geringer als im vorigen. Wir ernteten 155 g frische Rübe in dem mit Schwefelkohlenstoff behandeltem Boden gegen 55 g im rohen Boden. Die entsprechende trockene Gesamternte betrug 75,88 g gegen 36,78 g im letzteren Falle, also bei Anwesenheit von Nematoden war die Ernte um 51,53 % geringer. Ohne Nematoden wurde hier trotz der erhöhten Stickstoffgabe dem Versuch 1 gegenüber die Kaliaufnahme nicht mehr gesteigert, sondern sogar vermindert, bei Anwesenheit von Nematoden aber bedeutend gesteigert. Daher haben wir durch die Einwirkung der Nematoden hier auch nur eine Minderaufnahme von 65,54 % Kali, während die Natronaufnahme in beiden Fällen fast genau gleich ist.

Der Wasserverbrauch der Pflanzen betrug in diesem Falle 25,460 l gegen 20,525 l im rohen Boden. Zur Bildung von einem Teil Trockensubstanz waren also in dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden erforderlich 336 g Wasser, im rohen Boden 558 g.

Die größere Stickstoffdüngung hat die Unterschiede also etwas gemildert.

3. Nr. 207, 208 und 213, 214.

Inhalt eines Gefäßes 8,106 kg trockene Erde. Die Bodenfeuchtigkeit betrug hier bis zum 1. Juni auch 15 %, von da ab bis zur Ernte aber nur 12 %.

Ohne Kalidüngung. Gemäß der verminderten Bodenfeuchtigkeit wurden nur

0,700 g N in Form von Kalziumnitrat gegeben. Der Boden von Nr. 207 und 208 wurde mit Schwefelkohlenstoff behandelt. Aussaat am 2. Mai. Die Rüben entwickelten sich, da ihnen Stickstoff und Wasser in geringerer Menge zur Verfügung gestellt wurden, etwas schwächer als die entsprechenden des Versuches 2, äußerlich erkennbare Kalimangelerscheinungen treten am Kraute aber nirgends auf.

Ernte am 15. Oktober.

Aus den in Tabelle 23 verzeichneten Zahlen ergibt sich zunächst, daß sowohl die Ernte als auch die aufgenommenen Kalimengen weniger voneinander verschieden sind, als in den Versuchen 1 und 2.

In dem mit Schwefelstoffkohlen behandelten Boden finden wir eine frische Rübe von 108,8 g, im rohen Boden von 53,5 g, im letzteren Falle also fast genau soviel als bei Nr. 211 und 212, welche mehr Stickstoff und dauernd größere Bodenfeuchtigkeit erhalten haben. Die gesamte trockene Ernte betrug hier 45,335 g und 34,350 g, im ersteren Falle, also ohne Nematoden, bedeutend weniger als in Versuch 2, in welchem die Wachstumsbedingungen günstiger waren, im letzteren Falle aber wieder nur unbedeutend weniger. Infolge der Nematoden wurden daher in diesem Versuche 3 nur 24,26 % weniger geerntet. Auch die im ganzen aufgenommenen Kalimengen verhielten sich hier anders zueinander. Bei Anwesenheit von Nematoden wurden nur 47,37 % Kali weniger aufgenommen, als in dem von Nematoden befreiten Boden. Der Natronverlust betrug 13,47 %.

Die durch den Versuch 3 erhaltenen Zahlen haben aber noch eine besondere Bedeutung aus folgenden Gründen.

In dem durch Schwefelkohlenstoff von Nematoden befreiten Boden wurden durch die Rüben aufgenommen bei reicher Bodenfeuchtigkeit und reichlicher Stickstoffgabe (Nr. 205 und 206) 0,473 g K_2O, bei geringer Bodenfeuchtigkeit aber und dementsprechend verminderter Stickstoffgabe, aber unter sonst gleichen Verhältnissen (Nr. 207/208) nur 0,399 g K_2O, also in letzterem Falle 15,64 % weniger. Bei Anwesenheit von Nematoden, aber unter sonst gleichen Verhältnissen wurden gefunden 0,163 g K_2O (reiche Bodenfeuchtigkeit, Nr. 211 und 212) und 0,210 g K_2O (geringe Bodenfeuchtigkeit, Nr. 213 und 214); also aus dem trockneren Boden wurden trotz der Nematoden 22,38 % Kali mehr aufgenommen, als aus dem feuchteren. In Verbindung mit den Erntezahlen, nach welchen trotz der Nematoden bei der geringeren Bodenfeuchtigkeit die im ganzen gebildete Menge Trockensubstanz verhältnismäßig bedeutend höher war als bei dem größeren Wassergehalt des Bodens, bestätigen diese Versuche die schon mehrfach gemachte Beobachtung, daß in einem trockenen Jahre der Nematodenschaden geringer ist als in einem regenreichen, in welchem dem Ackerboden stets reiche Feuchtigkeit geboten wird.

Wahrscheinlich trifft hier die schon von Vanha gegebene Erklärung zu, nach welcher ein trockener Boden der Vermehrung der Nematoden Schwierigkeiten entgegenstellt. Die in diesem Falle durch die Nematoden herbeigeführte geringere Schädigung prägt sich aber auch aus im Wasserverbrauch der Pflanzen. Ohne Nematoden wurden im ganzen verdunstet 17,865 l, mit Nematoden 16,265 l, dementsprechend waren zur Bildung von 1 g Trockensubstanz erforderlich 394 und 474 g. Man sieht, die Zahlen liegen in diesem Falle viel näher aneinander als bei den anderen hierhergehörigen Versuchen.

Um Irrtümer zu vermeiden, weisen wir aber darauf hin, daß diese Verminderung

des Nematodenschadens in einem trockenen Boden nur dann eintritt, wenn der Boden mindestens so kalireich ist, daß sehr starke Kalimangelerscheinungen an Rübe und Kraut nicht auftreten können. In sehr kaliarmem Boden, in welchem die Rüben infolge des großen Kalimangels teilweise ganz oder nahezu absterben, findet auch in einem trockenen Boden eine Verminderung des Nematodenschadens nicht statt.

Für alle diese Sätze werden wir auf Grund anderer Versuche in einer gesonderten Arbeit demnächst den Beweis erbringen. Hier wollen wir die Tatsache nur erwähnen, da auch diese für die Kaliaufnahme von Bedeutung ist.

B. **Versuche mit Boden der Parzelle A 8 n.**

Nr. 297 bis 299, 300 bis 302.

Inhalt eines Gefäßes 8,202 kg trockene Erde. Bodenfeuchtigkeit bis 1. Juni 15 %, dann bis zur Ernte 16 %.

Da die Parzelle A 8 n, wie schon auf S. 142 angegeben wurde, seit 1891 alljährlich eine Kalidüngung erhalten hatte, wurde auch bei diesen Versuchen einem jeden Gefäße noch eine Kalidüngung von 0,705 g verabreicht.

Stickstoff wurde hier nicht gegeben, da die Versuche ursprünglich zur Lösung anderer Fragen dienen sollten, bei welchen eine Stickstoffdüngung nicht erwünscht war. Weil aber die Wirkung der Nematoden in so ausgeprägter Weise hervortritt, können wir die Versuche auch für die vorliegende Frage gut verwenden.

Für die Gefäße Nr. 297 bis 299 wurde der Boden mit Schwefelkohlenstoff behandelt. Aussaat am 2. Mai.

Sehr kräftig konnten die Pflanzen natürlich, da ihnen nur der Bodenstickstoff zur Verfügung stand, überhaupt nicht wachsen, dennoch entwickelten sich Nr. 297 bis 300 ziemlich gut. Nr. 300 bis 302 blieben jedch hauptsächlich wegen des Stickstoffmangels außerordentlich zurück. Ernte am 16. Oktober.

An Gesamternte wurden erhalten: ohne Nematoden 21,883 g, mit Nematoden 6,550 g Trockengewicht, der Ernteausfall betrug hier also, besonders infolge des großen Stickstoffmangels im zweiten Falle 70,07 %. Dementsprechend waren in den Nematodenrüben Nr. 300 bis 302 auch 82,01 % Kali und 39,71 % Natron weniger enthalten als in den nematodenfreien Nr. 297 bis 300.

Der Wasserverbrauch betrug hier 15,377 l gegen 13,587 l, zur Bildung von 1 g Trockensubstanz waren also erforderlich ohne Nematoden 703 g, mit Nematoden 2074 g.

Die letzteren Zahlen sind so außerordentlich hoch, weil wir Stickstoffmangel vor uns haben, bei welchem, und sei der Mangel auch noch so groß, und mögen die Rüben auch noch so stark mit Nematoden besetzt sein, die Blätter sehr lange am Leben bleiben und Wasser verdunsten ohne wesentliche neue Stoffbildung.

Zuckerrüben 1904.

(Tabelle 24.)

Um den Beweis zu erbringen, daß die soeben geschilderten Verhältnisse in natürlichem Boden auch auftreten, wenn Rüben von normaler Größe geerntet werden, wurden die Versuche angestellt, deren Ergebnisse in Tabelle 24 niedergelegt sind. Zu diesem Zwecke wurden in dem schon auf S. 141 erwähnten, dichtverschließbaren,

Tabelle 24. **Zuckerrüben**

Grunddüngung: 1,260 g Stickstoff (N)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laufende Nummer	Boden behandelt mit Schwefelkohlenstoff	Frische Rübe			Rübe			
		auf den Topf g	Mittel g		auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g
97	—	419	456	Geerntetes Trockengewicht	—	—	100,18	106,42
98	—	493			—		112,80	
99	3 Tage lang	721	647		—	—	168,50	142,41
100	desgl.	558			—		119,58	
101	14 Tage lang	584			—		132,16	
102	desgl.	661			—		139,14	
97	—	—	—	Zucker	17,65 [1]	17,05	73,95	77,77
98	—	—			16,55		81,59	
99	3 Tage lang	—	—		17,65	16,40	127,26	106,10
100	desgl.	—			15,40		85,93	
101	14 Tage lang	—			16,95		98,99	
102	desgl.	—			15,90		105,10	
97	—	—	—	Kali (K_2O)	0,61	0,47	0,611	0,503
98	—	—			0,35		0,395	
99	3 Tage lang	—	—		0,99	1,21	1,668	1,727
100	desgl.	—			1,39		1,662	
101	14 Tage lang	—			0,95		1,256	
102	desgl.	—			1,33		1,851	
97	—	—	—	Natron (Na_2O)	0,23	0,27	0,230	0,292
98	—	—			0,35		0,351	
99	3 Tage lang	—	—		0,23	0,24	0,388	0,337
100	desgl.	—			0,30		0,359	
101	14 Tage lang	—			0,11		0,145	
102	desgl.	—			0,19		0,264	

1) Die Prozentzahlen beziehen sich auf die frische Rübe.

1904.

und 0,888 g Phosphorsäure (P_2O_5).

10	11	12	13	14	15	16	17	18
Kraut				Ganze Pflanze				Setzt man Höchstbildung von Trockensubstanz und Zucker bzw. Höchstaufnahme von Nährstoffen = 100, so werden ohne und bei Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff geerntet
auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	auf den Topf	Mittel	
%	%	g	g	%	%	g	g	%
— —	—	58,60 50,90	54,75	— —	—	158,78 163,70	161,24	79,64
— — — —	—	61,17 55,48 93,74 63,51	60,05	— — — —	—	229,67 175,06 225,90 202,65	202,46	100,00
— —	—	— —	—	— —	—	— —	—	73,30
— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	— — — —	—	100,00
0,73 0,62	0,68	0,428 0,316	0,372	0,65 0,43	0,54	1,039 0,711	0,875	27,11
2,22 3,34 3,00 2,03	2,50	1,358 1,853 2,812 1,289	1,500	1,32 2,01 1,80 1,55	1,59	3,026 3,516 4,068 3,140	3,227	100,00
5,23 5,62	5,41	3,065 2,861	2,963	2,08 1,96	2,02	3,295 3,212	3,254	100,00
4,06 4,78 4,14 5,21	4,69	2,484 2,652 3,881 3,309	2,815	1,25 1,72 1,78 1,76	1,56	2,872 3,011 4,026 3,573	3,152	96,87

Kalidüngung.

mit doppeltem Deckel versehenen Kasten je 100 kg Boden mit 0,5 kg Schwefelkohlenstoff in wenigen Minuten so gleichmäßig wie möglich vermischt und dann in einem Falle 3 Tage, in einem anderen Falle 14 Tage lang der Wirkung des Schwefelkohlenstoffes überlassen. Der verwendete Boden entstammte unseren Versuchsfeldern, war stark mit Nematoden durchsetzt und brachte im Jahre 1902 nur einen Ertrag von 120 Ztr. frischer Rüben auf ¼ ha. Da über diesen Versuch schon berichtet ist[1]), wollen wir uns hier wieder kurz fassen und im wesentlichen nur auf die Kalifrage eingehen.

Jedes der Gefäße faßte 30 kg trockene Erde, welche mit 14 % Wasser eingefüllt wurden. Gedüngt wurde mit 1,260 g Stickstoff (N) in Form von Kalzium- und Natriumnitrat und mit 0,888 g Phosphorsäure (P_2O_5) in Form von Mono- und Bikalziumphosphat. Eine Kalidüngung wurde nicht gegeben.

Aussaat am 19. Mai. Schon Ende Juni waren die Rüben in Nr. 97 und 98 mit rohem Boden deutlich schwächer als in Nr. 99 bis 102, welche mit Schwefelkohlenstoff behandelten Boden enthielten. Die Blätter der Pflanzen in Nr. 97 und 98 nahmen dann bald eine hellgrüne Färbung an, Ende Juli traten an den Blättern auch mehr oder weniger deutlich die bekannten Kalimangelerscheinungen auf, wodurch die schon mattgrünen und zurückgebliebenen Pflanzen äußerlich noch geschwächter erschienen. An den Rüben in Nr. 99 bis 102 traten während der ganzen Wachstumszeit keinerlei Mangelerscheinungen auf. Diese Unterschiede blieben bis zu der am 26. Oktober erfolgten Ernte bestehen.

Ergebnisse. Zwischen den Rüben Nr. 99 und 100, 101 und 102 zeigten sich während des Wachstums und bei der Ernte keine Unterschiede, welche auf die verschieden lange Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens zurückzuführen wären; auch waren die Rüben aller Gefäße nematodenfrei. Wir behandeln daher alle vier als Kontrollversuche. Die Rüben in Nr. 97 und 98 waren bei der Ernte reich mit Nematoden besetzt. Die Ergebnisse stimmen mit den bisher erhaltenen wieder gut überein. Das Gewicht der frischen Rübe betrug ohne Nematoden 647 g, mit Nematoden 456 g, das Gesamttrockengewicht ohne Nematoden 202,46 g, mit Nematoden 161,24 g, bei Anwesenheit von Nematoden also 20,36 % weniger.

Die entsprechenden geernteten Zuckermengen betrugen 106,10 g und 77,77 g, bei Nematodenrüben also 26,70 % weniger.

In dem mit Schwefelkohlenstoff behandelten, also nematodenfreien Boden nahm eine Rübe 1,727 g Kali (K_2O) auf, im rohen nematodenhaltigen Boden 0,503 g, also im letzteren Falle 72,89 % weniger, während in demselben Versuche nur 3,13 % Natron (Na_2O) weniger aufgenommen wurden. Im übrigen verweisen wir auf Tabelle 24.

Nach allen diesen Versuchen, welchen wir noch manche ähnliche hinzufügen könnten, unterliegt es keinem Zweifel, daß die Nematoden für die Aufnahme des Kaliums, sowohl des ursprünglich im Boden befindlichen, als auch des in der Düngung gegebenen, von großer Bedeutung sind. Wir sahen, daß in der Pflanze von dem zur Verfügung stehenden Kali infolge der Nematodentätigkeit nur ein bestimmter Teil gefunden wird, dessen Größe von allen bisher besprochenen Bodenverhältnissen mit abhängig ist. Dieser aufnehmbare Teil der Nährstoffe wird von den Nematodenrüben

1) Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie 1906, S. 1—18.

aber im ganzen nach den allgemein gültigen Ernährungsgesetzen verwertet, wie z. B. das Verhalten des Kaliums zum Natron zeigt.

Da nun Nematodenrüben überschüssige Nährstoffe aufzunehmen vermögen, so ergibt sich aus diesen Versuchen weiter, daß ein in sehr reicher Menge vorhandener Nährstoff nur dann in richtiger Weise ausgenutzt werden kann, wenn alle anderen Nährstoffe ebenfalls in entsprechend reichlicher Menge gegeben werden. Daher die vielen Mißerfolge bei einseitigen Überschußdüngungen, daher besonders auch die Unmöglichkeit, durch starke Kalidüngungen allein auf zurückgekommenen Nematodenäckern normale Rübenernten zu erzielen, bzw. eine starke Kaligabe in vorteilhaftester Weise auszunutzen. Wir wollen auch für diese letzteren Sätze an der Hand eines Versuches den Beweis erbringen.

Zuckerrüben 1905.

(Tabelle 25.)

Der Versuch wurde wieder ausgeführt in unseren großen, für Rübenkulturen stets benutzten Kulturgefäßen, und zwar in natürlichem Boden.

Inhalt eines Gefäßes: 30 kg trockene Erde.

Der Boden entstammte unseren in der Bernburger Feldmark gelegenen Versuchsfeldern und war stark mit Nematoden durchsetzt.

Als Düngung erhielten die Gefäße:

	Kali (K_2O)	Stickstoff (N)	Phosphorsäure (P_2O_5)
	g	g	g
Nr. 100 bis 102	—	1,260	0,710
„ 103 „ 105	3,290	1,260	0,710
„ 106 „ 108	3,290	2,100	1,065

Der Stickstoff wurde gegeben in Form von Kalzium- und Natriumnitrat, die Phosphorsäure als Mono- und Bikalziumphosphat, das Kalium als Chlorkalium.

Der Wassergehalt des Bodens betrug anfänglich 16 %, wurde aber am 24. Juli unter Berücksichtigung des Rübengewichtes auf 17 % erhöht.

Die Aussaat erfolgte am 27. April. Schon am 9. Juni wurde festgestellt, daß Nr. 106 bis 108 die größten und kräftigsten Pflanzen enthielten. Unterschiede in der Blattfärbung und äußere Kennzeichen von Nematodenschaden waren bis Ende Juli nicht zu bemerken, Nr. 106 bis 108 waren aber stets am üppigsten. Am 12. August wurden jedoch folgende Bemerkungen gemacht: Nr. 100 bis 102 sind normal grüne Pflanzen, Nr. 103 bis 105 sind hellgrün, wohl weil infolge der hohen Kaligabe Stickstoffmangel auftritt, Nr. 106 bis 108 sind dagegen sehr üppige, dunkelgrüne Pflanzen, größer als Nr. 100 bis 105.

Von Anfang September ab änderte sich das Bild wieder sehr. Nr. 100 bis 102 blieben sehr zurück, hatten zahlreiche braune vertrocknete Blätter, und die noch grünen zeigten vielfach die ausgeprägtesten Kalimangelerscheinungen, selbst braune Flecke an den Stielen. Nr. 103 bis 105 sind bedeutend größer, aber hellfarbiger, zeigen jedoch auch an den einzelnen Blättern geringe Kalimangelerscheinungen.

Nr. 106 bis 108 sind üppige, grüne Pflanzen, bedeutend kräftiger als Nr. 103 bis 105, sind aber auch, wohl infolge der wechselnden Nematodenwirkung, nicht ganz frei von Kalimangelerscheinungen.

Tabelle 25. **Zuckerrüben**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Laufende Nummer	Bodenmaterial	Gegeben auf den Topf			Frische Rübe			Rübe				Kraut			
		K_2O g	N g	P_2O_5 g	auf den Topf g	Mittel g		auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g
100	Nematodenhaltige Erde der Bernburger Feldmark	—	1,260	0,710	347		Geerntetes Trockengewicht	—		70,89		—		55,52	
101		—	1,260	0,710	251	310		—	—	48,67	60,67	—	—	57,36	53,29
102		—	1,260	0,710	333			—		62,44		—		46,99	
103		3,290	1,260	0,710	383			—		82,23		—		59,56	
104		3,290	1,260	0,710	346	349		—	—	83,42	81,19	—	—	60,03	60,08
105		3,290	1,260	0,710	318			—		77,91		—		60,64	
106		3,290	2,100	1,065	557			—		124,21		—		83,47	
107		3,290	2,100	1,065	544	555		—	—	122,40	125,99	—	—	82,72	84,00
108		3,290	2,100	1,065	563			—		131,35		—		85,80	
100		—	1,260	0,710	—		Zucker	15,25[1])		52,918		—		—	
101		—	1,260	0,710	—	—		13,55	14,26	34,010	44,239	—	—	—	—
102		—	1,260	0,710	—			13,75		45,788		—		—	
103		3,290	1,260	0,710	—			16,00		61,280		—		—	
104		3,290	1,260	0,710	—	—		19,10	17,66	66,086	61,641	—	—	—	—
105		3,290	1,260	0,710	—			18,10		57,558		—		—	
106		3,290	2,100	1,065	—			16,80		93,576		—		—	
107		3,290	2,100	1,065	—	—		16,85	16,98	91,664	94,213	—	—	—	—
108		3,290	2,100	1,065	—			17,30		97,399		—		—	
100		—	1,260	0,710	—		Kali (K_2O)	0,193		0,137		0,495		0,275	
101		—	1,260	0,710	—	—		0,335	0,231	0,163	0,140	0,348	0,418	0,200	0,223
102		—	1,260	0,710	—			0,190		0,119		0,413		0,194	
103		3,290	1,260	0,710	—			0,441		0,363		0,935		0,557	
104		3,290	1,260	0,710	—	—		0,413	0,435	0,345	0,353	1,210	0,997	0,726	0,599
105		3,290	1,260	0,710	—			0,450		0,351		0,850		0,515	
106		3,290	2,100	1,065	—			0,463		0,575		1,273		1,063	
107		3,290	2,100	1,065	—	—		0,566	0,575	0,693	0,724	1,180	1,104	0,976	0,927
108		3,290	2,100	1,065	—			0,688		0,904		0,865		0,742	
100		—	1,260	0,710	—		Natron (Na_2O)	0,220		0,156		5,905		3,278	
101		—	1,260	0,710	—	—		0,563	0,376	0,274	0,228	5,675	6,039	3,255	3,218
102		—	1,260	0,710	—			0,408		0,255		6,643		3,122	
103		3,290	1,260	0,710	—			0,141		0,116		6,180		3,681	
104		3,290	1,260	0,710	—	—		0,113	0,123	0,094	0,100	5,260	5,235	3,158	3,145
105		3,290	1,260	0,710	—			0,116		0,090		4,283		2,597	
106		3,290	2,100	1,065	—			0,086		0,107		4,538		3,788	
107		3,290	2,100	1,065	—	—		0,384	0,221	0,470	0,278	4,183	4,540	3,460	3,814
108		3,290	2,100	1,065	—			0,195		0,256		4,888		4,194	

1) Die Zahlen, welche den prozentischen Zuckergehalt ausdrücken, beziehen sich auf die

1905.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ganze Pflanze ohne Wurzeln				Wurzeln				Ganze Pflanze mit Wurzeln				Verhältnis der Gesamternten sowie der aufgenommenen Kali- und Natronmengen zueinander	
auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g	auf den Topf %	Mittel %	auf den Topf g	Mittel g	ohne Wurzeln	mit Wurzeln
—		126,41		—		15,00		—		141,41			
—	—	106,03	113,96	—	—	10,87	13,14	—	—	116,90	127,09	54,27	55,64
—		109,43		—		13,54		—		122,97			
—		141,79		—		19,09		—		160,88			
—	—	143,45	141,26	—	—	13,00	16,15	—	—	156,45	157,41	67,27	68,91
—		138,55		—		16,35		—		154,90			
—		207,68		—		22,19		—		229,87			
—	—	205,12	209,98	—	—	16,30	18,45	—	—	221,42	228,43	100,00	100,00
—		217,15		—		16,85		—		234,00			
—		—		—		—		—		—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46,96	46,96
—		—		—		—		—		—			
—		—		—		—		—		—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65,43	65,43
—		—		—		—		—		—			
—		—		—		—		—		—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,00	100,00
—		—		—		—		—		—			
0,326		0,412		0,772		0,116		0,373		0,528			
0,342	0,319	0,363	0,363	0,823	0,731	0,089	0,096	0,387	0,361	0,452	0,459	21,99	24,95
0,286		0,313		0,624		0,084		0,323		0,397			
0,649		0,920		0,767		0,146		0,663		1,066			
0,747	0,674	1,071	0,952	1,148	0,997	0,149	0,161	0,780	0,707	1,220	1,113	57,66	60,49
0,625		0,866		1,159		0,189		0,681		1,055			
0,789		1,638		1,177		0,261		0,826		1,899			
0,814	0,786	1,669	1,651	0,729	1,024	0,119	0,189	0,808	0,805	1,788	1,840	100,00	100,00
0,758		1,646		1,113		0,188		0,784		1,834			
2,717		3,434		0,777		0,117		2,511		3,551			
3,328	3,025	3,529	3,447	0,906	0,776	0,089	0,102	3,095	2,793	3,618	3,549	84,24	84,72
3,086		3,377		0,750		0,101		2,828		3,478			
2,678		3,797		0,682		0,130		2,441		3,927			
2,267	2,294	3,252	3,245	0,710	0,731	0,092	0,118	2,137	2,136	3,344	3,363	79,30	80,28
1,939		2,687		0,804		0,131		1,819		2,818			
1,875		3,895		0,453		0,101		1,738		3,996			
1,916	1,949	3,930	4,092	0,380	0,526	0,062	0,097	1,803	1,834	3,992	4,189	100,00	100,00
2,040		4,450		0,754		0,127		1,956		4,577			

frische Rübe.

Bis zu der am 18. Oktober erfolgten Ernte änderte sich im ganzen an diesem Bilde nur noch wenig. Bei der Ernte waren alle Rüben sehr stark mit Nematoden besetzt.

Ergebnisse. Die Ergebnisse der Versuche bestätigen in bezug auf Ernte und Kaliaufnahme die vorher gemachten Angaben über die Ausnutzung der Nährstoffe im Boden bei Vorhandensein von Nematoden.

Ohne Kalidüngung, Nr. 100 bis 102, erhielten wir durchschnittlich eine frische Rübe von 310 g, bei sonst gleicher, aber starker Kalidüngung, Nr. 103 bis 105, wurde das Gewicht der Rübe nur auf 349 g erhöht. Eine vorteilhafte Ausnutzung dieser starken Kalidüngung konnte erst stattfinden, als auch zugleich die Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung entsprechend erhöht wurden. In diesem Falle, Nr. 106 bis 108, erhielt man eine Rübe im Gewichte von 555 g.

Die entsprechenden Trockengewichte der ganzen Pflanze, Rübe + Kraut, betrugen 113,96 g, 141,26 g und 209,98 g.

Setzen wir die bei allgemeiner Überschußdüngung erhaltene Ernte = 100, so beträgt dieselbe ohne Kalidüngung und entsprechend niedriger Stickstoff- und Phosphorsäuregabe nur 55,64 % und ließ sich durch starke Kalidüngung allein nur auf 68,91 % steigern. In diesen oder ähnlichen Verhältnissen liegt der Schlüssel für die zahlreichen Mißerfolge der Kalidüngung auf Nematodenfeldern.

Die übrigen bei dem Versuche erhaltenen Zahlen für Zuckerbildung, Kali- und Natronaufnahme vervollständigen das Erntebild in sehr guter Weise.

Ohne Kalidüngung betrug der Zuckergehalt 14,26 %, der Kaligehalt der Rübentrockensubstanz 0,231 %; durch letzteren wird der niedrige Zuckergehalt ohne weiteres erklärt.

Bei starker Kalidüngung allein stieg der Kaligehalt der Rübe auf 0,435 %, also über diejenige Grenze, bei welcher der Zuckergehalt zu sinken beginnt; dieser betrug denn auch — es lag zugleich infolge der Nematodenwirkung schwacher Stickstoffmangel vor — 17,66 %.

Bei starker Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali stieg der Kaligehalt auf 0,575 %, der Stickstoffmangel war aber beseitigt, und so erreichte der Zuckergehalt die Höhe von 16,98 %.

Setzen wir die gebildete größte Zuckermenge bzw. die höchste aufgenommene Kalimenge wiederum = 100, so erhalten wir in der den vorigen Ausführungen zugrunde gelegten Reihenfolge für den Zucker die Verhältniszahlen: 46,96 : 65,43 : 100,00, für das aufgenommene Kali: 21,99 : 57,66 : 100,00.

Da bei Kalimangel der Natrongehalt der Pflanzen, besonders der Blätter, sehr hoch wird, so unterscheiden sich die Natronzahlen von den für das Kalium erhaltenen natürlich bedeutend, wir finden hier die Verhältnisse: 84,24 : 79,30 : 100,00.

Bei diesen Versuchen haben wir auch die Wurzeln geerntet, um feststellen zu können, welchen Einfluß diese auf das Gesamtergebnis ausüben. Wie aus Tabelle 25, Spalte 21—28 hervorgeht, wird mit Berücksichtigung der Wurzeln zwar die Gesamternte und die Gesamtnährstoffaufnahme etwas erhöht, die Verhältniszahlen aber bleiben, wie Spalte 29 und 30 zeigen, nahezu dieselben.

Auch diese Versuche ergeben also, daß eine starke Kalidüngung allein im wesentlichen nur auf die Beschaffenheit der Rübe, besonders auf den Zuckergehalt derselben einwirkt.

Eine auch in bezug auf die Erntemenge vorteilhafte Ausnutzung der Kalidüngung

findet nur dann statt, wenn, eine sonstige gute Beschaffenheit des Bodens vorausgesetzt, gleichzeitig eine entsprechend starke Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung erfolgt. Bemerkt sei jedoch noch, daß auf besseren Böden, wenn man diese Jahre lang ohne Kalidüngung ließ, oft wiederholte starke Kaligaben erforderlich sind, ehe die gewünschte Wirkung derselben eintritt, was seinen Grund hauptsächlich in den Absorptionsverhältnissen solcher Böden zu haben scheint.

Soviel über die Wirkung der Nematoden bei dem Zuckerrübenbau. Es ist nun bekannt, daß die Nematoden auch in die Wurzeln zahlreicher anderer Pflanzen einwandern, und es ist anzunehmen, daß sie hier ähnliche Einflüsse auf die Nährstoffaufnahme ausüben werden. Ausführliche Versuche darüber haben wir bereits in Angriff genommen. Sollten die Nematoden aber auf andere Pflanzen ähnlich wirken, wie auf die Zuckerrüben, so würden sie bei ihrer gewaltigen Verbreitung eine außerordentliche Bedeutung haben für die Nährstoffaufnahme der Pflanzen und für die Umsetzung der Nährstoffe, besonders auch des Kaliums, im Boden.

V. Schluß.

Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden? so lautete die Frage, welche wir am Anfange dieser Arbeit uns stellten. Ist es durch die Versuche gelungen, eine sichere Antwort darauf zu geben? Wir waren uns von Anfang an der Schwierigkeiten bewußt, welche der Lösung der gestellten Aufgabe entgegentraten, und bekennen auch am Schlusse, daß wir einen großen Teil derselben nicht vollständig überwunden haben, bzw. in der Kürze der Zeit nicht überwinden konnten.

Das Ergebnis eines jeden der besprochenen Abschnitte legt uns zahlreiche neue Fragen vor, zu deren Beantwortung es noch jahrelanger und mühevoller Versuche bedarf. Die in dem ersten Abschnitte behandelte Erscheinung, die Absorption des Kaliums durch den Boden, ist teilweise noch in tiefes Dunkel gehüllt. Die Annahme, daß die Absorption des Kaliums ausgleichend auf die Konzentration der Nährlösung im Boden wirke, dermaßen, daß nach Aufnahme einer bestimmten Kalimenge durch die Pflanzen die lösende Kraft der Bodenfeuchtigkeit eine gleichmäßige Stärke der Nährstofflösung stets wiederherstelle, kann nur bedingt richtig sein. Wir wissen, daß in reinem, von absorbierenden Bestandteilen freiem Sand oder Torf eine gegebene Kalidüngung sehr gut, oft fast vollständig ausgenutzt wird, und daß diese Ausnutzung mehr oder weniger vermindert wird in vielen natürlichen, absorbierende Mineralien enthaltenden Bodenarten.

Würde die Bodenfeuchtigkeit durch ihre lösende Kraft in besonders hervortretender Weise ausgleichend wirken, so müßte in den verschiedenen Bodenarten auch die Ausnutzung des Kaliums eine gleichmäßigere sein. Aus zahlreichen Düngungsversuchen, welche in der Literatur beschrieben sind, wissen wir aber, daß bei Feldversuchen die Ausnutzung einer Kalidüngung je nach der Bodenart sehr verschieden sein kann, und daß sehr gute und kalireiche Böden eine Kalidüngung oft besser lohnen als schlechtere

und kaliärmere. Die geteilten Meinungen über den Wert von Kalidüngungen unter den praktischen Landwirten sind daher wohl verständlich.

Unsere Versuche hier haben gezeigt, daß das Wasser bei der Kaliabsorption eine sehr wichtige Rolle spielt, daß dasselbe unter Umständen den Absorptionsvorgang noch befördern und so der Ausnutzung einer Kalidüngung entgegenwirken kann.

Sollte dieser Vorgang sich ebenso oder in ähnlicher Weise auch auf dem Felde abspielen — wir zweifeln nicht daran —, so wäre er allein schon geeignet, der Lösung der Kalifrage die größten Schwierigkeiten entgegenzusetzen. Nun denke man sich die in den Abschnitten 2 bis 6 besprochenen Einflüsse, einzeln oder zusammen, und vielleicht noch andere hinzu!

Eine fast unendliche Anzahl von Einzelfällen ergibt sich dann, die es uns nahezu unmöglich macht, bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse der Bodenvorgänge allgemein gültige Gesetze für die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden in kurzen Worten aufzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist daher nur ein Versuch, jene Gesetze im allgemeinen voneinander abzugrenzen und als solche näher zu kennzeichnen. Jene Abgrenzung vermochten wir in gewisser Weise auch durchzuführen, aber jedes Ergebnis legt uns, wie schon erwähnt wurde, neue Fragen vor, welche erst beantwortet werden müssen, ehe man diese Gesetze in bestimmte Worte fassen kann.

In hervorragender Weise von der Bodenart abhängig sind die in den Abschnitten 1 bis 3 besprochenen Ursachen der verschieden großen Kaliaufnahme: Die Absorption des Kaliums durch den Boden, die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit (der Witterung im allgemeinen) und die Wirkung verschiedener Düngungen: Chemische Vorgänge spielen in diesen drei Fällen die Hauptrolle.

Mehr physiologischer Natur durch Vorgänge innerhalb und außerhalb der Pflanzen sind die Rückwanderung des Kaliums in den Boden, der Einfluß der niederen Organismen auf die Umsetzung der Bodenbestandteile und die Wirkung der Nematoden (Abschnitt 4 bis 6); doch es ist offenbar, daß einer dieser Vorgänge allein sich im Boden kaum abspielen wird, sondern daß in den meisten Fällen ein Vorgang den anderen ablöst.

Das aber lehren die Ergebnisse der Versuche immer und immer wieder: Durch den Feldversuch allein wird die Kalifrage in ihren Grundgesetzen nicht gelöst. Der Feldversuch ist gerade deshalb so oft ein ungeeignetes Mittel, weil wir bei demselben, nicht wie beim Gefäßversuch, die verschiedensten Versuchsbedingungen nebeneinander herstellen können.

Das Glashaus, d. h. Gefäßversuche, und noch mehr das chemische Laboratorium sind daher vorläufig für die Lösung der vorliegenden Frage noch durchaus notwendige Dinge und für die praktische Landwirtschaft in vielen Fällen bedeutungsvoller und wichtiger als mancher Feldversuch, weil durch Feldversuche viele der besprochenen Fragen sich kaum mit der Sicherheit lösen lassen, wie durch den Topfversuch.

Die weitere Ausbildung der Bodenanalyse, z. B. die Bestimmung der absorbierenden Bestandteile und der für die Pflanzen aufnehmbaren Verbindungen eines Bodens, die Bedingungen, welche die Absorption hindern oder vermehren, die nähere Bestimmung der niederen Organismen im Boden, soweit sie hier in Betracht kommen, und deren Wirkung auf die Nährstoffumsetzung, diese Fragen sind neben noch vielen anderen diejenigen, welche unbedingt erst beantwortet werden müssen,

bevor wir in einzelnen bestimmten Fällen ein sicheres Urteil über den etwaigen Wert einer Kalidüngung im voraus abgeben können.

Die angedeuteten Grundlagen zu erforschen, muß daher unser vornehmstes Ziel sein, und sei der Weg dahin auch noch so schwierig und mit großem Aufwand an Zeit und Unkosten verknüpft.

Bevor wir dieses Ziel aber erreicht haben — um nicht mißverstanden zu werden, fügen wir dieses noch einmal mit Nachdruck hinzu —, ist neben den oben angedeuteten Forschungswegen, welche ja nicht Sache des Praktikers sind, der Feldversuch ein durchaus notwendiges Hilfsmittel und wird es, auch wenn wir das gewünschte Ziel wirklich erreichten, als Probe auf die Richtigkeit der empfohlenen Maßnahmen immer bleiben. Der Feldversuch, obgleich er meistens nur eine örtlich begrenzte Bedeutung hat, ist für Düngungsmaßnahmen schließlich allein maßgebend; er zeigt jedoch sicher nur, was war, aber nicht in ebenso genauer Weise, wie die Düngung auf demselben Boden sich in anderen Jahren, nach anderen Vorfrüchten, bei veränderter Witterung usw. verhalten wird.

Um wieviel bedeutungsvoller für die praktische Landwirtschaft würde daher der Felddüngungsversuch, wenn es gelänge, mit Hülfe einer rechtzeitig in oben angedeuteter Weise ausgeführten Bodenanalyse der etwa veränderten Bodenbeschaffenheit durch geeignete Änderung der Düngung schon bei Beginn des Versuches Rechnung zu tragen!

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

Veröffentlichungen
der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Die ständigen Veröffentlichungen der D. L. G.[1]) bestehen aus den folgenden Erscheinungen:

1. Das Jahrbuch. Erscheint in jährlich 4 Lieferungen, welche allen Mitgliedern ohne weiteres kostenlos übersandt werden. Preis der einzelnen Lieferung im Buchhandel 2 ℳ, des ganzen Jahresbandes 8 ℳ.
2. Die Mitteilungen der D. L. G. Erscheinen wöchentlich und werden allen Mitgliedern ohne weiteres kostenlos übersandt. Inhalt: Aufgaben aus dem Arbeitsgebiet der D. L. G. und Bekanntmachungen. Jahresbezugspreis im Buchhandel 10 ℳ.
3. Die Berichte der Landwirtschaftlichen Sachverständigen im Auslande, veröffentlicht vom Auswärtigen Amt, herausgegeben von der D. L. G., erscheinen entweder als ständige Beilage der „Mitteilungen" oder in Buchform zu gleichen Bedingungen wie die „Arbeiten".
4. Die Arbeiten. Erscheinen als abgeschlossene Werke in einzelnen Heften und werden fast sämtlich den Mitgliedern auf Verlangen kostenlos übersandt. Im Buchhandel kosten sie durchschnittlich 2 ℳ; abweichende Buchhandelspreise sind in Klammern angegeben
5. Die Anleitungen für den praktischen Landwirt. Erscheinen als einzelne Nummern in handlicher Größe und werden den Mitgliedern auf Verlangen kostenlos übersandt. Sie sind Leitfäden über Fragen und Verrichtungen des praktischen Betriebes.
6. Flugblätter der D. L. G. Erscheinen als zwanglose Flugschriften und werden in großer Auflage ausgegeben mit dem Zwecke, belehrende und allgemein interessierende Ratschläge und Anregungen im weitesten Umfange in Stadt und Land zu verbreiten. Werden kostenlos verteilt.
7. Saatliste der Saatstelle der D. L. G. Dieselbe erscheint als Beilage der „Mitteilungen" für jede Saatzeit in Abständen von 2—3 Wochen und bildet ein Verzeichnis sämtlicher in der Saatstelle gehandelter Saatwaren, namentlich von Saaten aus von der D. L. G. preisgekrönten Saatzuchtwirtschaften und anerkannten Saaten, unter Angabe des Preises und besonderer Eigenschaften der Ware.
8. Mitteilungen der Saatzuchtstelle. Erscheinen gewöhnlich als Anlagen zu den Saatlisten. Inhalt: tabellarische Übersicht der Ergebnisse der wichtigsten Sortenversuche der D. L. G. und anderer Körperschaften und landwirtschaftlicher Versuchsanstalten. Jedes Blatt behandelt eine oder mehrere zusammengehörige Arten. Als Einleitungen erscheinen textliche Gesamtüberblicke.
9. Das Schauverzeichnis der Wanderausstellungen. In zwei Teilen: Teil I: Tiere; Teil II: Erzeugnisse und Geräte. Nur käuflich.

1) Ein alphabetisches Inhaltsverzeichnis über die Veröffentlichungen der Gesellschaft bis zum 31. Dezember 1899 ist im Jahrbuch 1899 der D. L. G., von da bis zum 31. Dezember 1905 im Jahrbuch 1905 enthalten und auch je als Sonderabdruck von der Hauptstelle der Gesellschaft, Berlin SW., Dessauer Straße 14, zu beziehen.

P. *

10. Das Sonderverzeichnis. Enthält: A Hauptprüfung. B. Vorprüfung neuer Geräte. C. Preisausschreiben D. Gruppenausstellung. E. Sonderausstellung. Nur käuflich.
11. Das Tageblatt. Erscheint während der „Großen landwirtschaftlichen Woche", sowie während der Ausstellung täglich morgens und wird allen in der Liste der Anwesenden eingetragenen Mitgliedern ohne weiteres kostenlos zugesandt. Es enthält Versammlungs- und Ausstellungsberichte.
12. Der Führer durch die Wanderausstellung. Für Mitglieder kostenlos. Inhalt: Planmäßige Beschreibung der Ausstellung, der Ausflüge und der Ausstellungsstadt.
13. Die Zeitungsnachrichten über die Landwirtschaft des In- und Auslandes. Diese 14tägige Korrespondenz wird der Fachpresse und vielen Zeitungen kostenlos übersandt; sie enthält Auszüge aus den Berichten der Landwirtschaftlichen Sachverständigen und Mitteilungen aus dem Arbeitsgebiete der D. L. G.

Folgende Hefte der

„Arbeiten"

sind bislang erschienen:

1894

Heft 1. Die keimtötende Wirkung des Torfmulls, von Dr. J. H. Vogel-Berlin 2. Auflage (3 ℳ).

Heft 2. Über den direkten Einfluß der Kupfervitriolkalkbrühe auf die Kartoffelpflanze von Prof. Dr. Frank-Berlin und Dr. Friedrich Krüger-Geisenheim (1,20 ℳ).

Heft 3. Nordamerikanische Schweinezucht, von Prof. Dr. Backhaus-Göttingen (3 ℳ).

Heft 4. Der Entwurf eines preußischen Wassergesetzes, von Graf von Arnim-Schlagenthin-Nassenheide und Regierungsrat Frank-Breslau (1 ℳ).

Heft 5. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1893, von Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin (2,50 ℳ).

Heft 6. Die Prüfung der Petroleummotoren 1894, von Prof. W. Hartmann-Berlin und Prof. Dr. Schöttler-Braunschweig (2,50 ℳ).

1895

Heft 7. Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden, von Landesökonomierat Dr. Schultz-Lupitz. 3. Auflage.

Heft 8. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1894, von Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin (3 ℳ).

Heft 9. Die Braunheubereitung, von Dr. Friedrich Falke-Halle a. S. (1,20 ℳ).

Heft 10. Die Lüftung der Viehställe mit erwärmter Luft, vom Geheimen Regierungsrat Ludwig v. Tiedemann-Potsdam (1 ℳ).

Heft 11. Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, von Dr. J. H. Vogel-Berlin (18 ℳ).

1896

Heft 12. Verzeichnis der Bauentwürfe aus der Sammlung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, zusammengestellt und bearbeitet vom Regierungsbaumeister Schiller-Berlin.

Heft 13. Anbauversuche mit verschiedenen Roggensorten. (Schlußbericht.) Von Professor Dr. Liebscher-Göttingen.

Heft 14. Der Schutz gegen Flurschädigungen durch gewerbliche Einwirkungen. Drei Beiträge von Prof. Dr. J. König-Münster, Dr. Steffeck-Halle und H. Hein-Posen, mit einem Vorworte von Regierungsrat F. v. Sybel-Berlin.

B.

Heft 15. Vergangenheit und Zukunft der Wanderausstellungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, von Ingenieur M. Eyth-Berlin (1 ℳ).
Heft 16. Verbrauch an Kalirohsalzen in der deutschen Landwirtschaft in den Jahren 1890 und 1894. Zusammengestellt vom Geschäftsführer G. Siemssen-Berlin.
Heft 17. Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete des Düngerwesens. Zehn Vorträge, gehalten auf dem 1. Lehrgang in Eisenach vom 13.—18. April 1896.
Heft 18. Schlachtversuche im Jahre 1896, von Benno Martiny-Berlin und M. Herter-Burschen.
Heft 19. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1895, von Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin.
Heft 20. Über die Wirkung der Kalisalze auf verschiedenen Bodenarten, vom Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Maercker-Halle und Dr. Bruno Tacke-Bremen.
Heft 21. Untersuchungen über den Geldwert der landwirtschaftlichen Produktionsmittel, ausgeführt von Dr. F. Aereboe-Berlin.
Heft 22. Landwirtschaftliche Gesellschaftsreise in Italien im Mai 1896. Zwei Berichte, von Rittergutsbesitzer Dr. Günz-Vippachedelhausen und vom Kreis-Kulturingenieur E. Reischle-Landshut (Bayern), nebst einer Einleitung von Dr. Prinz-Sesto fiorentino.

1897

Heft 23. Die Verbreitung der Rinderschläge in Deutschland nebst Darstellung der öffentlichen Zuchtbestrebungen, von Bureauvorsteher Oskar Knispel, mit einer Einleitung von Ökonomierat Berthold Wölbling-Berlin, 2. Aufl. 1907 (5 ℳ).
Heft 24. Düngungsversuch und Vegetationsversuch. Eine Plauderei über Forschungsmethoden, von H. Hellriegel-Berlin (0,75 ℳ).
Heft 25. Zitratlösliche und wasserlösliche Phosphorsäure im Anbau von Kartoffeln, von Prof. Dr. J. H. Vogel-Berlin.
Heft 26. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1896, von Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin.
Heft 27. Statistische Untersuchungen über den Absatz der Molkerei-Erzeugnisse, von Dr. W. Schultze-Steglitz.
Heft 28. Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Tierzucht. Acht Vorträge, gehalten auf dem 2. Lehrgang in Eisenach vom 26. April bis 1. Mai 1897.

1898

Heft 29. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1897, zusammengestellt von Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin.
Heft 30. Versuche über Stallmistbehandlung, von Prof. Dr. J. Hansen-Oberglogau und Dr. A. Günther-Berlin.
Heft 31. Absatzverhältnisse für Molkereiwaren, unter besonderer Berücksichtigung des Buttermarktes. Ergebnisse einer Studienreise, von Ökonomierat Petersen-Eutin.
Heft 32. Anbauversuche mit verschiedenen Sommer- und Winterweizensorten, von Prof. Dr. Liebscher-Göttingen und Prof. Dr. Edler-Jena.
Heft 33. Vegetationsversuche mit Kalisalzen. Berichte über Versuchsanstellungen an der Agrikultur-chemischen Versuchsstation der Landwirtschaftskammer zu Halle a. S. Berichtet vom Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Maercker-Halle a. S.
Heft 34. Vegetationsversuche über den Kalibedarf einiger Pflanzen, angestellt an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Bernburg von H. Hellriegel, H. Wilfarth, H. Römer und G. Wimmer. Berichterstatter Prof. Dr. H. Wilfarth.
Heft 35. Versuche über Kartoffeldüngung. Ein Beitrag zur Frage: Wie wirkt eine Kalidüngung mit Rohsalzen auf die Kartoffel, wenn sie der Vorfrucht gegeben wird? Zusammengestellt von Dr. H. Thiesing-Berlin.

P.

Heft 36. Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete des Ackerbaues. Zehn Vorträge, gehalten auf dem 3. Lehrgang zu Eisenach vom 18.—23. April 1898.

1899

Heft 37. Prüfung der „Thistle"-Melkmaschine, veranstaltet im Auftrage der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, berichtet von Benno Martiny-Berlin.

Heft 38. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1898, zusammengestellt von Professor Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin.

Heft 39. Mast- und Schlachtversuche mit Schweinen, veranstaltet von der D. L. G. und der Landwirtschaftskammer der Provinz Schleswig-Holstein; berichtet von Ökonomierat Boysen-Hamburg.

Heft 40. Untersuchungen über die Ursachen der Rebenmüdigkeit, veranstaltet im Auftrage der Rebendüngungs-Kommission; berichtet von Prof. Dr. Koch-Oppenheim.

Heft 41. Das deutsche Rind. Beschreibung der in Deutschland heimischen Rinderschläge, von Dr. med. A. Lydtin und Dr. H. Werner (40 M).

Heft 42. Der erste Rundgang der landwirtschaftlichen Wanderausstellungen in Deutschland 1887—1898. Berichtet von Ökonomierat Berthold Wölbling-Berlin.

Heft 43. Die Hengste der Königlich Preußischen Landgestüte 1896—1897. Ein Beitrag zur Kunde der Pferdeschläge in Deutschland. Von Dr. Simon von Nathusius-Breslau.

Heft 44. Zur Frage der Jam- und Marmelade-Industrie, sowie des Zuckerverbrauchs in England. Von Dr. Paul Degener-Braunschweig.

Heft 45. Deutschlands Vieh- und Fleischhandel. Erster Teil: Deutschlands Außenhandel mit Vieh und Fleisch. Von Dr. W. Schultze-Berlin.

Heft 46. Die Kennzeichnung von Zuchttieren. Von Benno Martiny-Berlin (1 M).

1900

Heft 47. Beleuchtung der Abschätzungs-Verfahren und -Vorschriften der deutschen Bodenkreditanstalten. Von G. Sudeck-Parishof.

Heft 48. Die Drainage-Anlagen in den nordwestdeutschen und groningischen Marschen. Von Nicolaus Wychgram-Wybelsum (1 M).

Heft 49. Die Verbreitung der Pferdeschläge in Deutschland nach dem Stande vom Jahre 1898 nebst Darstellung der öffentlichen Zuchtbestrebungen, von Bureauvorsteher Oskar Knispel, mit einer Einleitung von Landesökonomierat Berthold Wölbling-Berlin (5 M).

Heft 50. Jahresbericht über den Pflanzenschutz 1899, zusammengestellt vom Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Frank-Berlin und Prof. Dr. Sorauer-Berlin.

Heft 51. Der Betrieb der deutschen Landwirtschaft am Schluß des 19. Jahrhunderts, von Prof. Dr. Werner-Berlin und Prof. Dr. Albert-Halle a. S.

Heft 52. Deutschlands Vieh- und Fleischhandel. Zweiter Teil: Deutschlands Binnenhandel mit Vieh. Von Dr. W. Schultze-Berlin (10 M).

Heft 53. Anbauversuche mit verschiedenen Squareheadzuchten in den Jahren 1895/96 bis 1898/99. Von Prof. Dr. Edler-Jena.

Heft 54. Verbrauch an Kalirohsalzen in der deutschen Landwirtschaft 1894 und 1898, zusammengestellt von G. Siemssen-Berlin.

1901

Heft 55. Landwirtschaftliche Rentabilitätsfragen. Von Dr. F. Aereboe-Pförten.

Heft 56. 40%iges Kalidüngesalz und Kainit. Untersuchungen von Versuchsstationen; zusammengestellt vom Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Maercker-Halle a. S.

P.

Heft 57. Sicherheitsvorrichtungen an landwirtschaftlichen Maschinen. Von Professor F. Schotte-Berlin. Zweite verbesserte Auflage.
Heft 58. Die Butterversorgung Berlins. Von Benno Martiny-Berlin.
Heft 59. Haltbarkeit und Bewertung der Melassefuttermischungen. Von Prof. Dr. Schulze-Breslau (1 ℳ).
Heft 60. Jahresbericht über Pflanzenschutz 1900; zusammengestellt von Professor Dr. Sorauer-Berlin und Prof. Dr. Hollrung-Halle a. S.
Heft 61. Beiträge zur Kenntnis der Dauerweiden in den Marschen Norddeutschlands. Von Prof. Dr. Emmerling-Kiel und Dr. Weber-Bremen.
Heft 62. Die Frostschäden an den Wintersaaten des Jahres 1901. Von Prof. Dr. Paul Sorauer-Berlin.
Heft 63. Sommerweizen-Anbauversuche in 1898—1900 und Winterweizen-Anbauversuche 1897/98 bis 1899/1900. Von Prof. Dr. Edler-Jena.
Heft 64. Neuere Fortschritte in Wirtschaftsbetrieb und Bodenkultur. 13 Vorträge, gehalten auf dem 4. Lehrgang in Eisenach vom 11.—17. April 1901 (3 ℳ).
Heft 65. Die landwirtschaftlichen Maschinen auf der Pariser Weltausstellung 1900. Von Dr. Albert-Münchenhof und Ingenieur Schiller-Berlin.
Heft 66. Die Züchter-Vereinigungen im Deutschen Reiche nach dem Stande vom 1. Januar 1901. Von Bureauvorsteher Oskar Knispel (3 ℳ).

1902

Heft 67. Untersuchungen über den Wert des neuen 40%igen Kalidüngesalzes gegenüber dem Kainit. Zweites Versuchsjahr. Untersuchungen von Versuchsstationen; zusammengestellt vom Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Maercker und Dr. W. Schneidewind-Halle a. S.
Heft 68. Die Wirkung des Kaliums auf das Pflanzenleben. Versuche an der Versuchsstation Bernburg. Von H. Römer, E. Mayer, F. Katz, G. Geisthoff, H. Wilfarth und G. Wimmer. Berichterstatter: Prof. Dr. Wilfarth-Bernburg.
Heft 69. Die deutsche Ziege. Beschreibung der Ziegenzucht Deutschlands. Bearbeitet von Zuchtinspektor F. Dettweiler-Darmstadt.
Heft 70. Die Rebendüngungs-Kommission. Tätigkeitsbericht in den Jahren 1892—1901. Von Dr. Karl Windisch-Geisenheim a. Rh.
Heft 71. Elfter Jahresbericht über den Pflanzenschutz, 1901, zusammengestellt von Prof. Dr. Sorauer-Berlin und Prof. Dr. Hollrung-Halle.
Heft 72. Der Duwock (Equisetum palustre). Von Dr. Weber-Bremen.
Heft 73. Stallmist-Konservierung mit Superphosphatgips, Kainit und Schwefelsäure. Berichterstatter: Prof. Dr. Pfeiffer-Breslau.
Heft 74. Mustergültige Einführung des Torfstuhlverfahrens. Von Prof. Dr. Fraenkel-Halle, Prof. Dr. Pfeiffer-Breslau und Stadtbaurat Witt-Graudenz. Einleitung von Dr. P. Hillmann-Berlin. Anhang von Dr. von Feilitzen-Jönköping.
Heft 75. Die Probeschur in Halle a. S. im Jahre 1901. Von Prof. Dr. Lehmann-Berlin.
Heft 76. Die Wirtschaft Lupitz und ihre Erträge. Von Rittergutsbesitzer C. Vibrans-Calvörde (1 ℳ).

1903

Heft 77. Die öffentlichen Maßnahmen zur Förderung der Schweinezucht. Von Bureauvorsteher Oskar Knispel-Berlin.
Heft 78. Die Hauptprüfung von Spiritus-Lokomobilen 1902. Von Prof. Dr. E. Meyer-Charlottenburg.

Heft 79. Die Hauptprüfung von Bindemähern 1902. Von Prof. Dr. A. Nachtweh-Halle a. S.

Heft 80. Die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak und organischen Stickstoffdüngern im Vergleich zum Chilisalpeter. Vom Geh. Hofrat Prof. Dr. Paul Wagner-Darmstadt (4 M).

Heft 81. Untersuchungen über den Wert des neuen 40%igen Kalidüngesalzes gegenüber dem Kainit. Drittes Versuchsjahr und Gesamtergebnis. Ausgeführt von Versuchsstationen; zusammengestellt von Prof. Dr. Schneidewind-Halle a. S.

Heft 82. Zwölfter Jahresbericht über den Pflanzenschutz, 1902, bearbeitet von Professor Dr. Sorauer-Berlin und Prof Dr. Hollrung-Halle a. S.

Heft 83. Anbauversuche mit Rotklee verschiedener Herkunft. Von Prof. Dr. Gisevius-Königsberg i. Pr.

Heft 84. Dreijährige Roggen-Anbauversuche. Von Prof. Dr. Edler-Jena (3 M).

Heft 85. Untersuchungen elektrischer Pfluganlagen. Von Ingenieur Schiller-Berlin.

Heft 86. Spirituskraftwagen für den landwirtschaftlichen Betrieb. Von A. Oschmann, Hauptmann im Königl. Preußischen Kriegsministerium (3 M).

1904

Heft 87. Systeme des Punktierrichtens für Rinder und das System der D. L. G. Von Dr. Lydtin-Baden-Baden.

Heft 88. Verbrauch an Kalirohsalzen 1898 und 1902. Vom Geschäftsführer Siemssen-Berlin.

Heft 89. Landwirtschaftliche Gesellschaftsreise durch die Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. Willner-Berlin.

Heft 90. Die körperliche Entwicklung der deutschen Rinder. Von Dr. med. A. Lydtin-Baden-Baden (3 M).

Heft 91. Nutzen und Schaden der Krähen. Von Ökonomierat Dr. Schleh-Münster.

Heft 92. Sechs Prüfungen milchwirtschaftlicher Geräte. Von B. Martiny-Berlin.

Heft 93. Deutschlands Kartoffel-Absatz. Statistische Untersuchungen über den deutschen Kartoffelbau und Kartoffelhandel. (Mit graphischen Darstellungen und Karten der Handelsbewegungen) Von Dr. H. Hailer-Berlin (4 M).

Heft 94. Dreizehnter Jahresbericht für Pflanzenschutz, 1903, bearbeitet von Prof. Dr. Sorauer-Berlin und Dr. Reh-Hamburg.

Heft 95. Die Probeschur in Hannover 1903. Von Prof. Dr. Lehmann-Berlin

Heft 96. Versuche über die Kalidüngung der Kulturpflanzen Vom Geh. Hofrat Professor Dr. Wagner-Darmstadt (4 M).

Heft 97. Die Möglichkeit der Ackerbewässerung in Deutschland. Herausgegeben vom Ausschuß der Landeskultur-Abteilung.

Heft 98. Bodenpflege und Pflanzenbau. Vierzehn Vorträge auf dem 5. Lehrgang in Eisenach 7.—13. April 1904.

Heft 99. Kontrollvereine für Milchleistungen. Von Professor Dr. Pott-München und Amtsrat Schrewe-Kleinhof (1 M).

Heft 100. Beobachtungen und Untersuchungen über die Giftigkeit gewisser Schachtelhalmarten. Von Dr. C. E. Julius Lohmann.

Heft 101. Untersuchungen über die Fehler der Samenprüfungen. Von Professor Dr. H. Rodewald-Kiel.

1905

Heft 102. Zucht, Fütterung und Haltung des Schweins in Nordamerika. Von Ökonomierat M. Herter-Berlin.

Heft 103. Gräsung auf holsteinischen Weiden. Von Ökonomierat Boysen-Hamburg (1 M).

P.

Heft 104. Die Landwirtschaft in den Nord-Zentralstaaten von Nord-Amerika. Von Dr. Stieger-Berlin.

Heft 105. Der Fleisch-, Milch- und Futterertrag einiger Dauerweiden. Von Dr. C. A. Weber-Bremen (1 M).

Heft 106. Düngungsversuche mit Kalk. Von Dr. M. Hoffmann-Berlin.

Heft 107. Vierzehnter Jahresbericht für Pflanzenschutz, 1904, bearbeitet von Prof. Dr. Sorauer-Berlin und Dr. Reh-Hamburg.

Heft 108. Die öffentlichen Maßnahmen zur Förderung der Rinderzucht. Von Bureau-Vorsteher Oskar Knispel-Berlin.

Heft 109. Dreijährige Erbsen-Anbauversuche. Von Prof. Dr. Edler-Jena.

Heft 110. Vorprüfung neuer Molkereigeräte der Wanderausstellung zu Danzig 1904. Von B. Martiny-Berlin.

Heft 111. Braunheubereitung. Von Professor Dr. Falke-Leipzig.

Heft 112. Messungen an Pferden. Von Professor Dr. Simon von Nathusius-Jena.

1906

Heft 113. Die Probeschur in Danzig 1904. Von Prof. Dr. Lehmann-Berlin.

Heft 114. Vierjährige Haferanbauversuche 1901—1904. Von Prof. Dr. Edler-Jena.

Heft 115. Die Zwergzikade. Mit einer Farbentafel. Von Dr. Jungner-Posen.

Heft 116. Landwirtschaftliche Gesellschaftsreise durch Dänemark und Schweden. Von Dr. Tolkiehn-Insterburg.

Heft 117. Beiträge zum feldmäßigen Gemüsebau. Von Amtsrat Koch, Dr. Kunath und Dr. Skalweit. (1 M.)

Heft 118. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. I. Von P. Teicke, W. Ebersbach, E. Langenbeck. (5 M.)

Heft 119. Beiträge zur Kenntnis der Wasserwirtschaft in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Regierungs- und Baurat Krüger-Bromberg. (3 M.)

Heft 120. Lastkraftwagen in der Landwirtschaft. Von Major Oschmann-Berlin.

Heft 121. Felddüngungsversuche über die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks gegenüber dem Chilisalpeter. Von Dr. Kretschmer, Dr. Römer, Dr. Müller, Dr. Baeßler, mit Einleitung von Dr. Hoffmann. (4 M.)

Heft 122. Vorprüfung neuer Molkereigeräte der Wanderausstellung München 1905. Von Dr. h. c. B. Martiny-Gr. Lichterfelde. (1 M.)

Heft 123. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. II. Von H. Auffel und A. Burg (4 M).

1907

Heft 124. Forschungen auf dem Gebiete der Weinbergdüngung. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. Paul Wagner-Darmstadt.

Heft 125. Die Haferanbauversuche der D. L. G. Von Prof. Dr. Rodewald und Dr. H. Quante-Kiel (1 M).

Heft 23. 2. Aufl. Verbreitung der Rinderschläge in Deutschland nebst Darstellung der öffentlichen Zuchtbestrebungen, von Bureauvorsteher O. Knispel (5 M).

Heft 126. Vorprüfung neuer milchwirtschaftlicher Geräte 1906/1907. Von Benno Martiny.

Heft 127. Kalidüngungsversuche. Von Dr. Wein, Dr. Kretschmer, Dr. Baeßler, Dr. Prove, Dr. Immendorff.

Heft 128. Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Tierzucht. Zwölf Vorträge, gehalten auf dem 6. Lehrgang in Eisenach 4.—10. April 1907. (5 M.)

Heft 129. Stickstoffdüngungsversuche. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. Wagner-Darmstadt. (3 M.)

Heft 130. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. III. Die Landwirtschaft in der Börde. Von Dr. P. Gutknecht-Berlin.

Heft 131. Ländlicher Meliorations- und Bau-Kredit. Von Dr. Heiligenstadt, Präsident der Pr. Zentralgenossenschaftskasse, und Bankdirektor Kautz-Berlin.

Heft 132. Statik des Obstbaues. Von Professor Dr. Steglich-Dresden.

Heft 133. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. IV. Von G. Steneckhoff, R. Franz, K. Vogeley.

Heft 134. Fütterungsversuche. Von Professor Dr. Hansen-Bonn.

1908

Heft 135. Hauptprüfung von Kleinmotoren. Von Dipl.-Ing. Schiffmann und Dipl.-Ing. Vormfelde. — Untersuchungen an Luftgasapparaten. Von Prof. Dr. Wedding.

Heft 136. Der Ackerfuchsschwanz (Alopecurus agrestis L.). Von Prof. Dr. C. Fruwirth-Hohenheim. (1,50 M.)

Heft 137. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. V. Von F. Haugen und F. Wellmann. (3 M.)

Heft 138. Versuche über Tabakdüngung. Vom Geh. Hofrat Prof. Dr. Wagner-Darmstadt.

Heft 139. Prüfung der Anlagen und Apparate für Abdeckereien. Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Fränkel-Halle a. S., Prof. Dr. Fischer-Berlin, Prof. Dr. Stutzer-Königsberg, Prof. Dr. H. Thiesing-Berlin, Ökonomierat Vibrans-Wendhausen, mit einer Einleitung von Dr. M. Hoffmann-Berlin. (3 M.)

Heft 140. Heu- und Getreide-Aufzüge. Von Ingenieur F. Brutschke-Zehlendorf b. Berlin und Ingenieur Hagmann-Berlin.

Heft 141. Versuche über Ackerbewässerung, angestellt vom Kaiser-Wilhelms-Institut zu Bromberg. I. Von Prof. Dr. Gerlach, Direktor des Instituts, und Regierungs- und Baurat Krüger, Vorsteher der Abteilung für Meliorationswesen.

Heft 142. Landw. Gesellschaftsreise durch die Niederlande. Von Dr. Hartmann-Berlin.

Heft 143. Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme? Von Dr. Wimmer-Bernburg.

